

SP 系列电火花成形机

培训教材

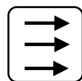
北京 AGIE CHARMILLES 技术服务公司

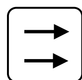
2004 年

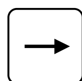
目　录

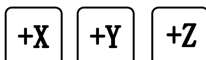
1. 手控盒

单步步距为 0.001mm。高速、中速又各分为 10 档，可以在系统配置屏的参数画面设定，0 档最快，9 档最慢，对应速度为 900—10mm/min。


点动高速档。


点动中速档，开机时为中速。

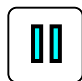

点动单步档。

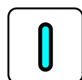


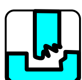


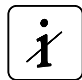
点动移动键。指定轴及运动方向。定义如下：面对机床正面，工作台向左移动为+X，反之为-X；滑枕移近工作者为-Y，远离为+Y；主轴头上升为+Z，下降为-Z。

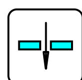

PUMP 键。加工液泵开关。按下开泵，再按停止。


HALT（暂停）键。在加工状态，按下此键将使机床动作暂停。

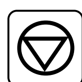

RST（恢复加工）键。加工中按暂停键，加工暂停，按此键恢复暂停的加工。


ST（忽视感知）键：电极与工件接触状态，按住此键，再按点动键可忽视接触感知进行移动。要特别注意移动方向，以免电极和工件相撞。此键仅对当前的一次操作有效。


ACK（确认）键。在出错或某些情况下，其他操作被中止，按此键确认。


当显示“液面太低，请上油”时，按 ACK 键，再按此键忽视液面高度，进行冲油加工。液面达到设定高度，该功能会自动解除。

冲油加工有起火的危险，提请用户注意。


OFF 键。1）中断正在执行的操作。

2）关闭电阻箱内的风扇。加工开始系统会自动启动风扇，加工结束五分钟后按此键关闭风扇。

手控盒的+U、-U、+V、-V、R 键在 SP 系列中不起作用。

2. 第一屏 准备屏

进行加工前的准备。按 1—8 键选择功能，再选择或输入相关数据，即可实现此功能。要退出此模块，请按 Home 键。输入的数据有小数点为 mm，若无，则为µm。

2.1 回原点

回机械零点，即各轴的正极限。选择“三轴”时，执行顺序为 Z 轴、Y 轴、X 轴。

2.2 设参考点

把当前点设为当前坐标系的任意值。开机后，若没有返回上次的零点就进行设置操作，系统会提示操作者，避免丢失前一设置。

2.3 回参考点

回当前坐标系的零点。可选任一轴或都回零。

2.4 移动

有绝对（以当前坐标系零点为参考点）和增量（以当前点为参考点）两种方式。选定轴，输入数值按回车键执行。

2.5 感知

通过电极与工件接触来定位。用↓或↑键选择感知的方向。回退量是感知后向反方向移动的距离。用 Space 键选择速度，有 0～9 档，数值大速度低，易碎电极宜选低速。

2.6 找内中心

确定内孔在 X 向、Y 向上的中心。X 向行程、Y 向行程是快速移动的距离，其数值应小于内孔半径与电极半径之差，且电极大致位于内孔中心。

2.7 找外中心

确定工件在 X 向、Y 向上的中心。其中：X 向行程、Y 向行程应大于工件与电极该方向长度之和的一半；电极应大致位于工件中心，运动范围内无障碍；下移距离应大于电极与工件间的距离。

2.8 找角

测定工件角的位置。用空格键选择角，其它设置与找中心基本相同。

3．第二屏 加工屏

按 1—8 键进入如下子方式，按 Home 键返回加工屏。

3.1 装入

将 NGM 文件从硬盘（1）或软盘（2）装入内存缓冲区。选定驱动器后，将显示文件目录，用光标选取文件后回车。一个 NGM 文件包括程序 0—程序 9 共 10 个程序，所装入文件可以按 4 键进行编辑、修改和加工。

3.2 存盘

将内存中 10 个程序存入硬盘或软盘上。如无文件名，会提示输入文件名。文件名只能是数字，且不超过 8 个字符，扩展名“.NGM”自动加在文件名后。

3.3 删除

将 NGM 文件从硬盘或软盘中删掉。

3.4 放电加工

用表格编制工作程序并加工。表格共分六列：

- 第一、四列是行号，从 1（13）—12（24）共 24 行。
- 第二、五列是编程的内容，共有 18 种，用 Next-Page/Prev-Page 键切换。
- 按 Ins 键可插入一空行，按 Del 键可删除当前行。
- 复制：光标移到要复制的行，按 Space 键，该行序号变为红色，再把光标移到目标处，按 Ins 键即可。复制完成后再按 Space 键，要复制的行恢复为正常颜色。
- 插入程序：光标在程序号处，按 Ins 键，根据提示输入目标程序号（0—9），按 Enter 键即可，按 Esc 放弃该操作。
- 第三、六列是数据区，如果编程内容是调用已知程序，此处可输入程序号 0—9；如果是移动等动作，输入具体值；如果是加工，输入加工深度后回车，右下角出现一画面，输入加工条件号、

平动类型、开始角度、平动半径、角数、间隙补偿量等数据，然后按 Home 返回。

结束编程按 Home。红色显示的是当前的序号，按 Next-Page/Prev-Page 键可以改变序号。

- 程序命令：

停止：结束一个程序，数据为 Z 轴停止位置。

坐标系：加工时所在坐标系（1—6）。

程序号：调用其它程序号。

放电：放电加工。

*轴增量：以当前点为参考点移动，数据为移动值。

*轴绝对：以所选坐标系零点为参考点移动，数据为移动值。

**感知：向某方向感知，其后数据为设置值，一般为零。

定时 X：加工到设定深度，加工结束。若未到深度，到达设定时间，加工也结束。（数值的单位为小时）

定时 T：加工到设定深度后，启动定时加工，再加工到设定时间，加工结束，但深度不会超过设定值。（数值的单位为小时）

3.5 放电记录

显示已执行完的一个程序的放电各项数据，按 Home 键返回，按 Next-Page/Prev-Page 键翻页。表右下角的蓝色数字为之前所有加工时间总和。

3.6 单段加工

指用户输入加工条件和深度后，即可进行加工的方式。

- 加工深度：在“绝对”模式，其值为当前坐标系的 Z 轴坐标点。在“增量”模式，表示以当前点为“0”，正值表示向上加工，负值表示向下加工。取值范围在 0～999.999mm 之间。
- 加工条件号：选择加工条件，范围在 0—999 之间。平动方式为自由平动。
- 加工开始：加工中所有操作与非手动方式一样。同时还可单步移动 X、Y 轴，进行手动找正，操作方法如下：

1) 按键盘上的 Ins 键；
2) 按手控盒上的轴向键，但不能是 Z 轴；
3) 按 Esc 键返回正常加工状态。

3.7 文件加工

从软盘装入一个 NC 文件进行加工，按 Enter 键开始加工，按 Esc 键取消。

3.8 设零

根据需要将某轴的当前位置设零。按 1，X 轴设零；按 2，Y 轴设零；按 3，Z 轴设零。

4. 第三屏 参数屏

用 1—6 键选择相应的子项，按 Home 键返回。

4.1 系统配置

设置系统的硬件设置，设置计量单位、语言、及系统其它参数。用↑、↓键选项，用 Space 键更改。

4.2 系统诊断

用手动方式来控制某些开关，以诊断这部分输出状态。包括：100V、300V 正负极性的切换；油

泵启停；电容 C1～C5 的投入和断开。用↑、↓键选择开关，按空格键选择状态，按 Enter 键执行。屏幕右边诊断机床状态，包括：接触感知、油温、浮子开关、气压、各轴限位的当前状态。按 ESC 键进行输入、输出转换。

4.3 辅助诊断

包括：当前时间、总放电时间、本程序放电时间、各轴的绝对坐标和给各轴的脉冲数。

4.4 螺距补偿

各轴螺距补偿均记录在此，数据在出厂前设置，不得随意更改。

4.5 加工条件

系统可以存储 1000 种加工条件，其中 000—099 为用户自定义的加工条件，可用光标和数字键进行编辑、修改，其中负极性用“ - ”、正极性用“ Space ”输入，然后按 Ins 键存储。其余为系统自带加工条件，加工中可以临时修改，不能存储，加工结束即恢复原参数。条件中各参数的定义如下：

- 脉冲宽度（PW）：在 0～31 间选择。
- 脉冲间隙（PG）：在 0～31 间选择。
- 管数（PI）：控制加工电流。50A 在 0—15 间选取。
- 伺服基准（COMP）：加工的间隙电压。
- 高压管数（HI）：为 0 时，极间空载电压为 100V，否则为 300V。选择范围 0—3，每个管子电流为 0.5A。
- 电容（CC）：并联在两极间，作特殊加工用，在 0～31 之间选取。由 C0～C4 二进制组合而成，C0=0.015μf,C1=0.033μf,C2=0.068μf,C3=0.15μf,C4=0.33μf。例如选 C0 和 C2，则 $C=2^0+2^2=5$。
- 极性（POL）：电极接电源正极为正极性，反之为负极性。
- 伺服速度（GAIN）：伺服反应的灵敏度，在 0～20 间选取。
- 抬刀速度：0—9 共 10 档，0 最快，9 最慢。放电面积增大，要适当降低抬刀速度。

注意：加工方向为 Z+时，抬刀速度不能设为 0 档。

- 放电时间：指两次抬刀的间隔，单位为 0.1S，可输入的值为 1—99。
- 抬刀高度（UP）：指回退的长度，单位为 0.5mm，可输入的值为 0—65，0 表示不抬刀。

抬刀控制可分为定时抬刀和自适应抬刀。定时抬刀通过设置放电时间和抬刀高度来确定。自适应抬刀则是通过模式设定，系统将根据放电状态自动调节。抬刀路径有两种：一种是沿加工路径回退（这是缺省方式，也可用 G31 代码指定）。另一种是按指定轴向抬刀，通过 G30 代码和轴向来指定。

- 模式（MODE）：由两位十进制数构成。

  00：关闭（OFF），用于排屑特别好的情况下。

  04：用在深孔加工或排屑特别困难的情况下。

  08：用在排屑良好的情况下。

  16：抬刀自适应，当放电状态不好时，自动减小抬刀的间隔时间，此时 UP 不能为 0。

  32：电流自适应控制。

  例如：用 5°锥形电极加工 20mm 深的孔时，模式可以设为 4+16+32=52。
- 拉弧基准（ARCV）：由两位十进制数构成，设定拉弧保护的等级。

  00：关闭。

01：拉弧保护（强）。
02：拉弧保护（中等）。
03：拉弧保护（弱）。

- 损耗类型（WEAR TYPE）：设定超低损耗电路的工作方式。
  0：关闭此电路；
  1—7：数值越大，损耗越小，加工速度亦相应降低。
  16：设置脉冲电源为等频工作方式，加工深孔、窄缝时速度会有所提高，但电极损耗也相应增大。
- R 轴转速（R-rpm）：SP 系列不用。

4.6 H 寄存器

可浏览 H 补偿码的值，但不能更改。

5. 机床操作

5.1 开机准备

- 合上电柜右侧总开关，脱开急停按钮（蘑菇头按箭头方向旋转），启动。
- 未进入准备屏之前，不要按任何键。约 2 分钟进入准备屏后，执行 Z 轴回原点操作。

注意：X、Y 轴为步进电机驱动，如果关机后没有触动工作台，不要执行回原点操作。

- 将主轴头移动到加工所需位置。
- 安装电极和工件。

5.2 编程

- 进入加工屏。按第 3 章的说明编辑加工程序。
- 也可以装入一个现成的 NC 文件运行加工。
- 根据加工要求，设置好平动、抬刀数据，选择好加工条件。

5.3 加工

- 关闭液槽，闭合放油阀。启动液泵，液面应高出工件 50mm 以上。
- 回到加工屏，移动光标到起始程序段，按回车执行。
- 液温、液面有自动检测，出现问题会有提示。
- 加工中可以更改加工条件、暂停加工和停止加工，但不能修改程序。
- 加工中可以同时进行编程，但仅限于编辑程序号为 9 的程序，而且当前未被执行。按 Ins 键进入编辑，返回按 Home 键。

5.4 掉电后的恢复

系统可记忆机床所有坐标，开机后显示的坐标即为之前掉电时的坐标。对于 Z 轴直流伺服机，应进行以下操作：

1） 将 Z 轴回原点。
2） 进入第一屏，执行 Z 轴回参考点操作。如工件有干涉，可用手控盒移动各轴到合适位置，再回参考点。

5.5 关于平动

1） 自由平动：

所谓自由平动，即主轴在加工时，其它二轴反复进行特定程序的合成动作。这种加工方法简称为自由平动。共有五种平动轨迹。自由平动只需输入平动方式和平动半径。

平动方式（OBT）：由三位十进制数组成，前两位为“０”，右边一位含义如下：

1	2	3	4	5

平动半径：四位十进制数，单位为μm。最大平动半径 9.999mm。

2）伺服平动：

所谓伺服平动即主轴加工到指定深度后，再做扩大运动。有圆形和 20 边以内的正多边形。

开始角度：起始轨迹与 X 正向的夹角。

平动半径：输入平动的半径或矢量的长度。范围 0—5mm。

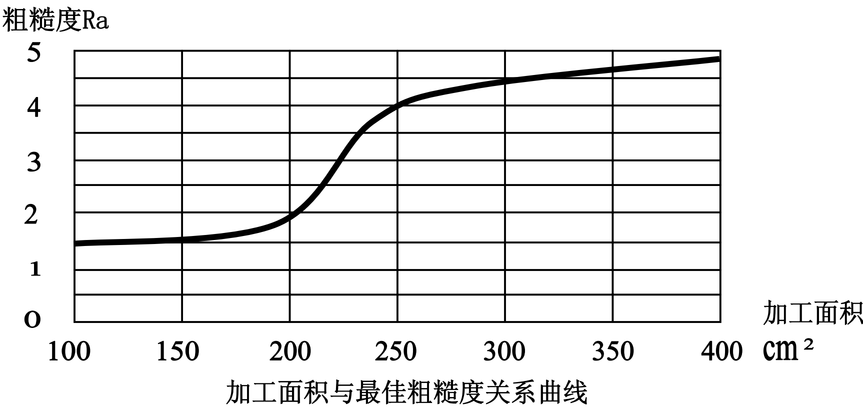
角数：输入正多边形的角数，数值 1—20。圆形伺服平动无需输入。

6．脉冲宽度、脉冲间隙、管数设定值与实际值对应表

值	脉宽脉间μs	电流 A	值	脉宽脉间μs	电流 A
0	1	0	16	100	76.0
1	1.3	0.8	17	130	88.0
2	1.8	1.4	18	180	100.0
3	2.4	1.6	19	240	112.0
4	3.2	2.4	20	320	124.0
5	4.2	3.2	21	420	
6	5.6	4.0	22	560	
7	7.5	5.6	23	750	
8	10	9.4	24	1000	
9	13	11.0	25	1300	
10	18	14.2	26	1800	
11	24	18.4	27	2400	
12	32	25.6	28	3200	
13	42	37.0	29	4200	
14	56	50.0	30	5400	
15	75	64.0			

7．加工面积与最佳粗糙度 Ra 的关系

机床在加工较大面积的精细表面时，不能完全达到加工条件表中有些条件所给出的加工面粗糙度Ra值。随面积的增大，表面粗糙度变差。这里给出了SP系列机床加工不同面积得到的最佳粗糙度Ra值曲线。



加工面积与最佳粗糙度关系曲线

代 码 一 览 表

组	代 码	功 能	组	代 码	功 能
A	G00	快速移动，定位指令		D***	补偿码
	G01	直线插补，加工指令		H***	补偿码
B	G11	打开跳转（SKIP ON）		L***	子程序重复执行次数
	G12	关闭跳转（SKIP OFF）		P****	指定调用子程序号
C	G20	英制		M00	暂停指令
	G21	公制		M02	程序结束
	G30	按指定轴向抬刀		M05	忽略接触感知
D	G31	按路径反方向抬刀		M98	子程序调用
	G32	伺服回原点（中心）后再抬刀		M99	子程序结束
	G45	比例缩放		N****	程序号
	G53	进入子程序坐标系		O****	程序号
	G54	选择工作坐标系 1		T84	启动液泵
	G55	选择工作坐标系 2		T85	关闭液泵
E	G56	选择工作坐标系 3		X	轴指定
	G57	选择工作坐标系 4		Y	轴指定
	G58	选择工作坐标系 5		Z	轴指定
	G59	选择工作坐标系 6		C	加工条件号
	G80	移动轴直到接触感知		PT**	脉宽 PW
F	G81	移动到机床的极限		PP**	脉间 PG
	G82	移到原点与现位置的一半处		PI**	低压管数 PI
	G83	读取坐标值→H***		CV*	高压管数 HI
	G84	定义 H 起始地址		POL-/+	加工极性 POL
	G85	读取坐标值→H***并 H***+1		SV**	基准电压 COMP
	G86	定时加工		DC**	放电时间 DN
	G87	退出子程序坐标系		JP**	抬刀高度 UP
	G90	绝对坐标指令		CC**	电容 CC
	G91	增量坐标指令		IK**	损耗类型 WEARTYPE
	G92	指定坐标原点		OBT***	自由平动的类型 OBT
				STEP****	自由平动的半径 STEP

1．概要

1.1 字符集

本系统编程中能够使用的字符如下：

数字字符：0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

字母字符：A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z

特殊字符：+ - ；/ 空格 . ( )

本系统编程中，小写英文字母与大写英文字母所表示的意义相同。

1.2 字

所谓字，就是字母（地址）后接一个相应的数据的组合体，它是组成程序的最基本单位。

例如：G00，M05，T84，G01，X17.88 等。

1.3 代码与数据

代码和数据的输入形式如下：

C***：加工条件号，如 C007，C105。

D/H***：补偿代码，有 1000 个补偿代码。可给每个代码赋值，范围为±99999.999mm 或±9999.9999 英寸。

G**：准备功能。如 G00、G54。

L*：子程序重复执行次数，后接 1～3 位十进制数，最多为 999 次，如 L5，L99。

M**：辅助功能代码，如 M00，M02，M05。

N****/O****：程序的顺序号，最多可有一万个顺序号。如 N0000，N9999 等。

P****：指定调用子程序的序号，如 P0001，P0100。

Q****：直接跳转代码，指定要跳转到的程序号。本系统未用。

T**：表示一部分机床控制功能。如 T84，T85。

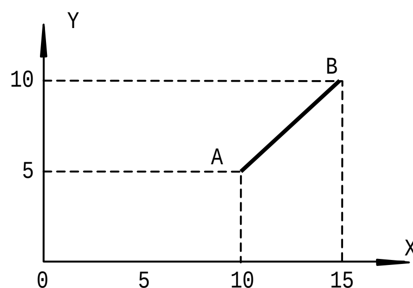
X*，Y*，Z*：坐标值代码，指定坐标移动值，数据范围为±99999.999mm 或±9999.9999 英寸。

1.4 坐标系

本系统中有两种坐标系，绝对坐标系和增量坐标系。所谓绝对坐标系，即每一点的坐标值都是以所选坐标系原点为参考点而得出的值。所谓增量坐标系，则是指当前点的坐标值是以上一个点为参考点而得出的值。见右下图，从 A(5.,5.)点加工到 B(15.,10.)点，不同坐标方式的程序如下：

绝对坐标：G90 G01 X15. Y10.；

增量坐标：G91 G01 X10. Y5.；



1.5 注释

在自动生成的程序中，会有一些用（ ）括起来的字符，一般为 NC 程序的注释部分，并非执行对象，仅对该段程序进行说明。例如：

(Main Program)；……………………注释

G90 G92 X0 Y0；

M98 P0010；

G05；(X Mirror Image ON)；………注释

┆

利用括号的这一功能，可以将程序中不需要执行的部分括起来，同时不破坏原程序。

（Sub program）； ……………………………注释

┆

2．段

所谓段，就是由一个地址或符号“／”开始，以“ ；”结束的一行程序。一个 NC 程序由若干个段组合而成。一个段内有如下约束：

1） 若在一段内含有两个或多个轴，依据代码，可同时处理。

2） 在一个段内不能有多个运动代码，否则将出错。

例如： G00 X10. G01 Y-10.；……… 一个段内有 G00 和 G01 则出错。

应为： G00 X10.；

G01 Y-10.；

3） 在一个段内不能有相同的轴标识，否则将出错。

例如：G01 X10. Y20. X40.;…… 一个段内有两个 X 轴标识则出错。

3．顺序号

所谓顺序号，就是加在每个程序段前的编号，可以省略。顺序号用 N 或 O 开头，后接四位十进制数，以表示各段程序的相对位置，这对查询一个特定程序很方便，使用顺序号有以下两种目的：

1） 用作程序执行过程中的编号；

2） 用作调用子程序时的标记编号。

注：N9140、N9141、N9142……N9165 是固循子程序号，用户在编程中不得使用这些顺序号，但可以调用这些固循子程序。

4．段跳过指令“／”

当在设定标识模式中，“SKIP”的状态为 ON（打开跳转），或者执行了 G11 代码时，在段首设有“／”标识的程序段将不执行，即自动跳过该程序段。 当“SKIP”为 OFF（关闭跳转），或者执行了 G12 代码时，则执行该程序段。“／”只能位于段首。

例如: G90 G54 G92 X0 Y0 Z0；

G12；

G42 H0190；

M98 P0030；

G11；

G41 H0136；

M98 P0030；

M02；

；

N0030；

/G01 Z-1.；……该程序段在第二次调用时不执行，因为主程序中有代码“G11”

```
G01 X-15. Y-30.；
X15. Y-30.；
G40 X0 Y0；
M99；
```

5. G 代码

G 代码大体上可分为两种类型：

1） 只对指令所在程序段起作用，称为非模态，如 G80、G04 等。

2） 在同组的其它代码出现前，这个代码一直有效，称为模态。在“代码一览表中”，凡“组”栏目有字母的均为模态代码。在后面的叙述中，如无必要，这一类代码均作省略处理，不再说明。

5.1 G00（定位、移动轴）

格式： G00 {轴 1}±{数据 1} {轴 2}±{数据 2} {轴 3}±{数据 3}；

G00 代码为定位指令，用来快速移动轴。执行此指令后，不加工而移动轴到指定的位置。可以是一个轴移动，也可以两轴或三轴同时移动。例如:

G00 X+10. Y−20.；

轴标识后面的数据如果为正，“ + ”号可以省略，但不能出现空格或其它字符，否则属于格式错误。这一规定也适用于其它代码。例如：

```
G00 X 10. YA10.；
     ↑     ↑
```

出错，轴标识和数据间有空格或字符

5.2 G01（直线插补加工）

格式： G01 {轴 1}±{数据 1} {轴 2}±{数据 2}；

用 G01 代码，可指令各轴直线插补加工（ST 系列最多可以有四个轴标识及数据）。例如：

G01 X20. Y60.；

5.3 G11，G12（跳段）

G11：“跳段 ON”，跳过段首有“/”符号的程序段，标识参数画面的 SKIP 显示 ON。

G12：“跳段 OFF”，忽略段首的“/”符号，照常执行该程序段，标识参数画面的 SKIP 显示 OFF。

5.4 G20，G21（单位选择）

这组代码应放在 NC 程序的开头。

G20：英制，有小数点为英寸，否则为万分之一英寸。如 0.5 英寸可写作“0.5”或“5000”。

G21：公制，有小数点为毫米，否则为微米。如 1.2mm 可写作“1.2”或“1200”。

1 英寸=25.4mm。

5.5 G30，G31，G32（指定抬刀方式）

G30：指定抬刀方向，后接轴向指定。例如“G30 Z+”，即抬刀方向为 Z 轴正向。

G31：按加工路径的反方向抬刀。

G32：伺服轴回平动的中心点后再抬刀。

5.6 G54，G55，G56，G57，G58，G59（工作坐标系 0~5）

这组代码用来选择工作坐标系，从 G54～G59 共有六个坐标系可选择，以方便编程。这组代码

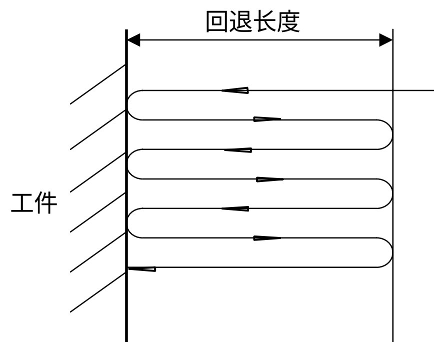
可以和 G92，G90，G91 等一起使用。

5.7 G80（接触感知）

格式：G80 {轴指定及方向}；

执行该命令使指定轴沿指定方向前进，直到电极与工件接触为止。方向用“+”、“-”号表示，而且“+”号不能省略。例如：

G80 X-；



工作过程：电极沿 X 轴负方向以感知速度前进，接触到工件后，回退一小段距离，再接触工件，再回退，上述动作重复数次后停止，确认已找到了接触感知点，并显示“接触感知”。

其中三个参数可设定：

感知速度：即电极接近工件的速度，从 0～255，数值越大，速度越慢。

回退长度：电极与工件脱离接触的距离，单位为μm。一般为 250μm。

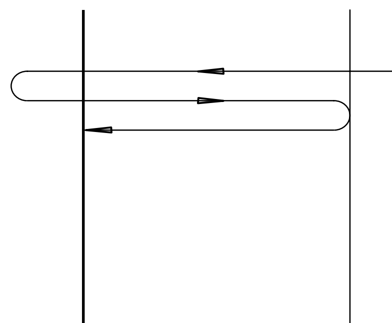
感知次数：重复接触的次数，从 0～127，一般为 4 次。

5.8 G81（回机床极限）

格式：G81 {轴指定及方向}；

该命令使机床指定轴回到极限位置停止。

例如：G81 Y-；



过程如图示：机床 Y 轴移动到负极限后减速，有一定过冲，然后回退一段距离，再以低速到达极限位置停止。

5.9 G82（半程返回）

格式：G82 {轴指定}；

执行命令使电极移动到指定轴当前坐标的 1/2 处。

例如：G82 X；

假如电极当前位置的坐标是 X100.，Y60.，那么执行上述命令后，电极将移动到 X50.处。

5.10 G83，G84，G85 存坐标值到 H 寄存器

1） G83（读取坐标值到 H 寄存器）

格式：G83 {轴指定及 H 寄存器地址}；

把指定轴的当前坐标值读到指定的 H 寄存器中，H 寄存器地址范围为 000～890。

例如: G83 X012；…………………把当前 X 坐标值读到寄存器 H012 中

G83 Y030；…………………把当前 Y 坐标值读到寄存器 H030 中

G83 Z053；…………………把当前 Z 坐标值读到寄存器 H053 中

2） G84（定义 H 寄存器起始地址）

格式：G84 {轴指定及 H 寄存器起始地址}；

为 G85 定义一个 H 寄存器的起始地址，应注意各轴的 H 寄存器地址不要重合。举例见 G85。

3） G85（读取坐标值到 H 寄存器并使 H 加一）

格式：G85 {轴指定}；

把当前坐标值读到由 G84 指定了起始地址的 H 寄存器中，同时 H 寄存器地址加一。

例如: G90 G92 X0 Y0 Z0；

```
G84 X100；…………………X 坐标值放到由 H100 开始的地址中
G84 Y200；…………………Y 坐标值放到由 H200 开始的地址中
G84 Z300；…………………Z 坐标值放到由 H300 开始的地址中
M98 P0010 L5；
M02；
 ；
N0010；
G91；
G85X；
G85Y；
G85Z；
G00 X10.；
G00 Y23.；
G00 Z-5.；
M99；
```

执行完程序后，H 寄存器的值如下：

H100=0；	H200=0；	H300=0；
H101=10.；	H201=23.；	H301=-5.；
H102=20.；	H202=46.；	H302=-10.；
H103=30.；	H203=69.；	H303=-15.；
H104=40.；	H204=92.；	H304=-20.；

5.11 G86（定时加工）

格式：G86 {地址}{时分秒}；

1） 地址可以是 X 或 T。当地址为“X”时，本段加工到指定的时间后结束，不管加工深度是否达到设定值；当地址为“T”时，则是在加工到设定深度后，启动定时加工，使加工再持续指定时间，但加工深度不会超过设定的值。

2） G86 仅对其后的第一个加工代码段有效。

3） G86 请放在一个单独的段内。

4） 时、分、秒各 2 位，共 6 位数，不够请补足 0。最长定时为 99 小时 99 分 99 秒。

例如: G86 X001000；………………加工 10 分钟，不管 Z 是否达到-20 深

```
C109；
G01 Z-20.；
 ┆
 ┆
C103 BT001 STEP0050；
G86 T003000；…………………Z 达到-22 深后，再加工 30 分钟
G01 Z-22.；
M05 G00 Z1.；
M02；
```

5.12 G90（绝对坐标指令）、G91（增量坐标指令）

G90：绝对坐标指令，即所有点的坐标值均以坐标系的零点为参考点。

G91：增量坐标指令，即当前点坐标值是以上一点为参考点得出的。

5.13　G92（设置当前点的坐标值）

G92 代码把当前点的坐标设置成需要的值。

例如：G92 X0 Y0； ……………把当前点的坐标设置为(0,0),即坐标原点。

又如：G92 X10 Y0；……………把当前点的坐标设置为(10,0).

1) 在补偿方式下，如果遇到 G92 代码，会暂时中断补偿功能，相当于撤消一次补偿，执行下一段程序时，再重新建立补偿。

2) 每个程序的开头一定要有 G92 代码，否则可能会发生不可预测的错误。

3) G92 只能定义当前点在当前坐标系的坐标值，而不能定义该点在其它坐标系的坐标值。

5.14　G53，G87（子程序坐标系）

在固化的子程序中，用 G53 代码进入子程序坐标系；用 G87 代码退出子程序坐标系，回到原程序所设定的坐标系。

6. X、Y、Z、坐标轴

在编程中，坐标轴是一个字，由地址和它后面的数字组成，数字表示该坐标轴的运动量，可以用绝对或增量的方式进行指定。面对工作台，各坐标轴和它的方向一般定义如下：

X 轴：左右方向为 X 轴，主轴头向工作台右方作相对运动时为正方向。

Y 轴：前后方向为 Y 轴，主轴头向工作台立柱侧作相对运动时为正方向。

Z 轴：上下方向为 Z 轴，主轴头向上运动时为正方向。

计量制式	计 量 单 位	最大命令值	最小命令值
公 制	0.001mm	99999.999mm	0.001mm
英 制	0.0001 英寸	9999.9999 英寸	0.0001 英寸

7. M 代码

7.1　M00（暂停指令）

执行 M00 代码后，程序运行暂停。它的作用和单段暂停作用相同，按 Enter 键后，程序接着运行。

7.2　M02（程序结束）

M02 代码是整个程序结束命令，其后的代码将不被执行。执行 M02 代码后，所有模态代码的状态都将被复位，然后接受新的命令以执行相应的动作。也就是说上一个程序的模态代码不会对下一个执行程序构成影响。要复位的代码见“4.3 代码的初始设置”

7.3　M05（忽略接触感知）

M05 代码只在本程序段有效，而且只忽略一次。当电极与工件接触时，要用此代码才能把电极移开。如电极与工件再次接触，须再次使用 M05。

7.4　M98（子程序调用）

格式：M98 P**** L**；

M98 指令使程序进入子程序，子程序号由 P****给出，子程序的循环次数则由 L**确定。

7.5　M99（子程序结束）

M99 是子程序的最后一个程序段。它表示子程序结束，返回主程序，继续执行下一个程序段。

8．子程序

在加工中，往往有相同的工作步骤，将这些相同的步骤编成固定的程序，在需要的地方调用，那么整个程序将会简化和缩短。我们把调用固定程序的程序叫做主程序，把这个固定程序叫做子程序，并以程序开始的序号来定义子程序。当主程序调用子程序时只需指定它的序号，并将此子程序当做一个单段程序来对待。

主程序调用子程序的格式：M98 P**** L***；

其中：P****为要调用的子程序的序号，L***为子程序调用次数。如果 L***省略，那么此子程序只调用一次，如果为“L0”，那么不调用此子程序。子程序最多可调用 999 次。

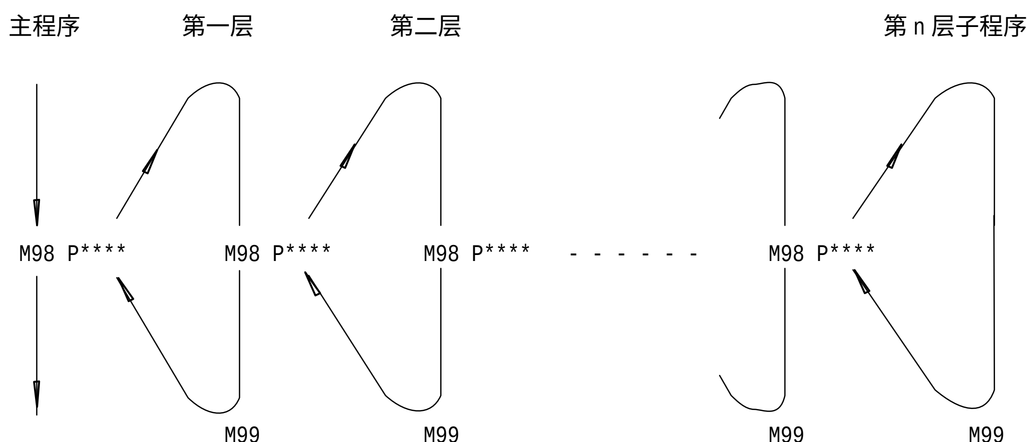
子程序的格式：N**** …………；

（程序）

M99；

子程序以 M99 作为结束标识。当执行到 M99 时，返回主程序，继续执行下面的程序。

在主程序调用的子程序中，还可以再调用其它子程序，它的处理和主程序调用子程序相同。这种方式称作嵌套（nesting），如下图所示：



子程序调用嵌套示意图

在本系统中规定 n 的最大值为 9，即子程序嵌套最多为 9 层。

9．其他代码

9.1 C 代码

C 代码用在程序中选择加工条件，格式为 C***，C 和数字间不能有别的字符，数字也不能省略，不够三位请用“0”补齐，如 C005。加工条件的各个参数显示在加工条件显示区域中，加工进行中可随时更改。

其他加工参数代码如下：

PT** 脉宽 PW	POL-/+ 加工极性 POL	CC** 电容 CC
PP** 脉间 PG	SV** 基准电压 COMP	IK** 损耗类型 WEARTYPE
PI** 低压管数 PI	DC** 放电时间 DN	OBT*** 自由平动的类型 OBT
CV* 高压管数 HI	JP** 抬刀高度 UP	STEP**** 自由平动的半径 STEP

例如C109 PT18 PP13 PI09 CV0 SV55 POL+ CC00 DC50 JP04 OBT000 STEP0000

9.2 T84、T85（打开、关闭液泵）

T84 为打开液泵指令,T85 为关闭液泵指令。

9.3 H 代码（补偿）

H 代码实际上是一种变量，每个 H 代码代表一个具体的数值，既可根据需要在控制台上输入修正，亦可在程序中用赋值语句对其进行赋值。

赋值格式：H***=__________ ………………………………具体数值

对 H 代码可以作加、减和倍数运算，请参看“ 关于运算 ”一节。

10. 关于运算

本系统支持的运算符有：

+，-，dH*** (d×H***)

↓

d 为一位十进制数

10.1 运算符地址

在式子中（地址后所接代码、数据）能够用运算符的地址如下：

种　　类	地　　址
坐 标 值	X，Y，Z，U，V，I，J
旋 转 量	RX，RY
赋 值 类	H

10.2 优先级

所谓优先级即执行运算符的先后顺序，本系统中运算符的优先级如下：

高：dH***，　低：+，-

10.3 运算式的书写

运算符的式长只能在一个段内。

例 1：H000=1000；

G90 G01 X1000+2H000；………………X 轴直线插补到 3000µm 处

例 2：H000=320；

H001=180+2H000； ……………………H001 等于 820

11. 代码的初始设置

有些功能的代码遇到如下情况要回到初始设置状态：

1） 刚打开电源开关时；
2） 执行程序中遇到 M02 指令时；
3） 在执行程序期间按了 OFF 急停键时；
4） 在执行程序期间，出现错误，按下了 ACK 确认键后；

要回到初始设置状态的代码和它们的初始状态如下：

初始状态	可设置的状态
G00	G01
G12	G11
G90	G91

1.　圆形有自由平动加工程序

1.1　工艺数据

停止位置＝1.000　mm
加工轴向＝Z－
材料组合＝铜－钢
工艺选择＝标准值
加工深度＝10.000　mm
尺 寸 差＝0.600　mm
粗 糙 度＝2.000　μm
投影面积＝3.14　cm^2
平动方式＝打开　　形腔数＝0

自由圆形平动
平动半径　0.30　mm

1.2　加工程序（为便于阅读，指令间加了空格，实际编程是不需空格的）

```
T84；
G90；
G30 Z+；
H970=10.0000；(machine depth)
H980=1.0000；(up-stop position)
G00 Z0+H980；
M98 P0130；
M98 P0129；
M98 P0128；
M98 P0127；
M98 P0126；
M98 P0125；
T85 M02；
；
N0130；
G00 Z+0.5；
C130 OBT001 STEP0070；
G01 Z+0.230-H970；
M05 G00 Z0+H980；
M99；
；
N0129；
G00 Z+0.5；
C129 OBT001 STEP0148；
G01 Z+0.190-H970；
M05 G00 Z0+H980；
M99；
；
```

（转右上）

```
N0128；
G00 Z+0.5；
C128 OBT001 STEP0188；
G01 Z+0.140-H970；
M05 G00 Z0+H980；
M99；
；
N0127；
G00 Z+0.5；
C127 OBT001 STEP0212；
G01 Z+0.110-H970；
M05 G00 Z0+H980；
M99；
；
N0126；
G00 Z+0.5；
C126 OBT001 STEP0244；
G01 Z+0.070-H970；
M05 G00 Z0+H980;
M99;
N0125;
G00 Z+0.5;
C125 OBT001 STEP0272;
G01 Z+0.027-H970;
M05 G00 Z0+H980;
M99;
```

1.3 半自动编程

以上加工程序要在 SP 上执行，只能采用机外编程，机床上采用文件加工的方法实现。SP 实现上述同样加工效果的半自动编程方法如下：

程序号 1

1	坐标系	001	13		
2	放电	-10.000	14		
3	放电	-10.000	15		
4	放电	-10.000	16		
5	放电	-10,000	17		
6	放电	-10.000	18		
7	放电	-10.000	19		
8	停止	1.000	20		
9			21		
10			22		
11			23		
12			24		

光标移至第 2 行 -10.000 处，按回车键，此时会出现一个对话方框，按要求输入第一个条件号及平动参数，如右图示：

条件号	130
No=02	
平动类型	⊖
开始角度	0.000
平动半径	0.3
角数	00
间隙补偿量	安全间隙

输入完毕后，按 F10 返回。用同样的方法输入其余放电条件，对话框同第一个条件相似，只是条件号在变化，最后一个放电加工中“ 间隙补偿量 ”改为“ 放电间隙 ” 其余不变。至此这个半自动编程就完成了。

编程过程中可用拷贝的方法，输入一个放电条件后，其余的条件可拷贝此条件，然后只修改每个放电的条件号，最后一个放电修改条件号和间隙补偿量即可。拷贝方法参看系统功能“ 放电加工 ”使用说明。

2. 多孔位加工程序

2.1 工艺数据

停止位置＝1.000 mm

加工轴向＝Z－

材料组合＝铜－钢

工艺选择＝标准值

加工深度＝10.000 mm

尺 寸 差＝0.600 mm

粗 糙 度＝7.4 μm

投影面积＝3.14 cm^2

平动方式＝打开 形腔数＝4

伺服圆周平动

平动半径 0.30 mm

形腔 01	X＝0	Y＝0
形腔 02	X＝100.	Y＝0
形腔 03	X＝100.	Y＝100.0
形腔 04	X＝0	Y＝100.0

2.2 加工程序（为便于阅读，指令间加了空格，实际编程是不需空格的）

```
T84；
G90；
G30 Z+；
H970=10.0000；(machine depth)
H980=1.0000；(up-stop position)
G00 Z0+H980；
G00 X0.000；
G00 Y0.000；
M98 P0130；
G00 X100.000；
G00 Y0.000；
M98 P0130；
G00 X100.000；
G00 Y100.000；
M98 P0130；
G00 X0.000；
G00 Y100.000；
M98 P0130；
G00 X0.000；
G00 Y0.000；
M98 P0129；
G00 X100.000；
G00 Y0.000；
M98 P0129；
G00 X100.000；
G00 Y100.000；
M98 P0129；
```

(转右上)

```
G00 X0.000；
G00 Y100.000；
M98 P0129；
T85 M02；
；
N0130；
G00 Z+0.5；
C130 OBT000；
G01 Z+0.230-H970；
H910=0.070；
H920=0.000；
M98 P9210；
G30 Z+；
M05 G00Z0+H980；
M99；
；
N0129；
G00 Z+0.5；
C129 OBT000；
G01 Z+0.110-H970；
H910=0.190；
H920=0.000；
M98 P9210；
G30 Z+；
M05 G00 Z0+H980；
M99；
```

2.3 半自动编程

本例所示多孔位加工半自动编程方法如下：

程序号　2

1	坐标系	001	13	Y 绝对	100.000
2	放电	-10.000	14	放电	-10.000
3	X 绝对	100.000	15	X 绝对	0.000
4	放电	-10.000	16	放电	-10.000
5	Y 绝对	100.000	17	停止	1.000
6	放电	-10.000	18		
7	X 绝对	0.000	19		
8	放电	-10.000	20		
9	Y 绝对	0.000	21		
10	放电	-10.000	22		
11	X 绝对	100.000	23		
12	放电	-10.000	24		

上表中，第 2、4、6、8 行的放电条件相同，按下面左边对话框所示内容输入；第 10、12、14、16 行放电条件相同，按下面右边对话框所示内容输入：

条件号	130
平动类型	圆形
开始角度	0.000
平动半径	0.300
角数	00
间隙补偿量	安全间隙

条件号	129
平动类型	圆形
开始角度	0.000
平动半径	0.300
角数	00
间隙补偿量	放电间隙

3. 多孔位、多条件（超过 24 条语句）加工程序

3.1 工艺数据：

停止位置=1.000　mm

加工轴向=Z-

材料组合=铜—钢

工艺选择=低耗损

加工深度=2.000　mm

尺 寸 差=0.4　mm

粗 糙 度=2.0　μm

投影面积=2　cm^2

平动方式=打开　　形腔数=4

自由圆平动

平动半径　0.2　mm

	X	Y
形腔 01	X=0	Y=0
形腔 02	X=50.	Y=0
形腔 03	X=50.	Y=50.
形腔 04	X=0	Y=50.

3.2 半自动编程

程序号　3

1	坐标系	001	13	Y 绝对	50.000
2	放电	-2.000	14	程序号	4
3	X 绝对	50.000	15	X 绝对	0.000
4	放电	-2.000	16	程序号	4
5	Y 绝对	50.000	17	停止	1.000
6	放电	-2.000	18		
7	X 绝对	0.000	19		
8	放电	-2.000	20		
9	Y 绝对	0.000	21		
10	程序号	4	22		
11	X 绝对	50.000	23		
12	程序号	4	24		

其中第 2、4、6、8 行的放电条件相同，按如下对话框内容输入：

条件号	109
平动类型	⊖
开始角度	0.000
平动半径	0.200
角数	0
间隙补偿量	安全间隙

程序 3 调用的程序 4 如下：

	程序号	4			
1	放电	-2.000	13		
2	放电	-2.000	14		
3	放电	-2.000	15		
4	放电	-2.000	16		
5	停止	1.000	17		
6			18		
7			19		
8			20		
9			21		
10			22		
11			23		
12			24		

放电参数从第 1 行到第 4 行，依次为 C108、C107、C106、C105，其中 C105 条件的间隙补偿采用放电间隙，其余为安全间隙。

4. 控制加工余量

本例采用加工深度、平动量手动输入，即人为控制加工余量，不采用自动间隙补偿的方法。

4.1 工艺数据

停止位置=1.000 mm	尺 寸 差=0.4 mm
加工轴向=Z-	粗 糙 度=2.0 μm
材料组合=铜—钢	投影面积=2 cm^2
工艺选择=低耗损	平动方式=打开
加工深度=2.000 mm	形腔数=1

4.2 半自动编程

	程序号	5			
1	坐标系	001	13		
2	放电	1.791	14		
3	放电	1.825	15		
4	放电	1.900	16		
5	放电	1.935	17		
6	放电	1.968	18		
7	停止	1.000	19		
8			20		
9			21		
10			22		
11			23		
12			24		

从第 2 行到第 6 行的放电条件和平动量对话框参数按下表输入：

行号	2	3	4	5	6
条件号	109	108	107	106	105
平动类型	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖
开始角度	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
平动半径	0.000	0.060	0.120	0.148	0.167
角数	0	0	0	0	0
间隙补偿	关断	关断	关断	关断	关断

上例的加工余量同参数表上的加工余量相同，加工效果与半自动编程生成程序的效果相同，只是说明了人为控制加工深度与平动量的程序书写格式。

用户可参照“ 电加工工艺留量 ”一节的内容修改加工深度和平动量，也可根据自己的经验确定每个条件的加工深度和平动量。

5． 最佳粗糙度

5.1 工艺数据

停止位置=1.000 mm

加工轴向=Z-

材料组合=紫铜—Cr12

工艺选择=低耗损

加工深度=0.500 mm

粗 糙 度=0.5 μm

投影面积=4 cm^2 （2×2）

平动方式=打开

电极数量 1

加工时间 3 小时

5.2 半自动编程

程序号 3

1	放电	-0.500	13		
2	放电	-0.500	14		
3	放电	-0.500	15		
4	放电	-0.500	16		
5	放电	-0.500	17		
6	放电	-0.500	18		
7	定时 X	2.000	19		
8	放电	-0.800	20		
9	停止	1.000	21		
10			22		
11			23		
12			24		

放电参数从第 1～6 行，依次为 C109～C104，间隙补偿为安全间隙；

第 8 行为 C952，采用放电间隙；

平动类型

平动半径 0.210

5.3 加工参数

条件号	脉冲宽度	脉冲间隙	管数	伺服基准	高压管数	电容	极性	伺服速度	抬刀速度	放电时间	抬刀高度	模式	拉弧基准	损耗类型
109	18	13	09	60	0	0	+	12	0	35	4	04	01	0
108	17	13	08	65	0	0	+	10	0	30	4	04	01	0
107	16	12	07	72	0	0	+	10	0	25	4	04	01	0
106	14	10	06	75	0	0	+	10	0	25	4	04	01	0
105	13	09	05	76	0	0	+	10	0	25	4	04	01	0
104	12	08	04	80	0	0	+	10	0	25	4	04	01	0
952	00	02	0	88	1	0	-	15	0	18	2	00	00	0

6. 多电极加工

6.1 工艺数据

停止位置=1.000 mm

加工轴向=Z-

材料组合=紫铜—Cr12

加工深度=10 mm

粗 糙 度=0.5 μm

投影面积=12 cm^2 (3×4)

平动方式=打开

电极数量 2

加工时间 粗加工 2 小时 25 分

精加工 6 小时 42 分

6.2 加工参数

粗加工电极：

条件号	脉冲宽度	脉冲间隙	管数	伺服基准	高压管数	电容	极性	伺服速度	抬刀速度	放电时间	抬刀高度	模式	拉弧基准	损耗类型
153	20	12	13	55	0	0	+	15	1	60	4	04	01	0
152	17	11	12	60	0	0	+	15	1	60	4	04	01	0
151	16	11	11	60	0	0	+	12	1	45	4	04	01	0
150	15	10	10	60	0	0	+	12	1	40	4	04	01	0
149	13	08	09	65	0	0	+	12	1	35	4	04	01	0
148	12	07	08	65	0	0	+	12	1	30	4	04	01	0

精加工电极：

条件号	脉冲宽度	脉冲间隙	管数	伺服基准	高压管数	电容	极性	伺服速度	抬刀速度	放电时间	抬刀高度	模式	拉弧基准	损耗类型
108	17	13	08	75	0	0	+	10	1	30	8	04	01	0
107	16	12	07	75	0	0	+	10	1	26	8	04	01	0
106	14	10	06	75	0	0	+	10	1	26	8	04	01	0
105	13	09	05	75	0	0	+	08	1	25	8	04	01	0
104	12	08	04	83	0	0	+	08	1	20	8	04	01	0

1. 内侧找中点

1.1 内侧 X 向找中点（内径与电极直径差较小）

(This sub program is found x axis center of hole,but the radius of this hole is not too big)

```
N9140；              G80 X-；
G53；                M05 G82 X；
G91 G80 X+；         G92 X0；
G92 X0；             G87；
M05 G00 X-100；      M99；
```

1.2 内侧 Y 向找中点（内径与电极直径差较小）

(This sub program is found y axis center of hole,but the radius of this hole is not too big)

```
N9141；              G80 Y-；
G53；                M05 G82 Y；
G91 G80 Y+；         G92 Y0；
G92 Y0；             G87；
M05 G00 Y-100；      M99；
```

1.3 内侧 X 向快速找中点（内径与电极直径差较大）

(This sub program is fast found x center of big hole)

```
N9142；              G00 X0-2H900；
G53；                G80 X-；
G91 G00 X0+H900；    M05 G82 X；
G80 X+；             G92 X0；
G92 X0；             G87；
M05 G00 X-100；      M99；
```

1.4 内侧 Y 向快速找中点（内径与电极直径差较大）

(This sub program is fast found y center of big hole)

```
N9143；              G00 Y0-2H910；
G53；                G80 Y-；
G91 G00 Y0+H910；    M05 G82 Y；
G80 Y+；             G92 Y0；
G92 Y0；             G87；
M05 G00 Y-100；      M99；
```

2. 内孔找中心

2.1 内孔找中心（孔径与电极直径差较小）

(This sub program found x and y center of small hole)

```
N9145；
G53；
G91 G80 X+；
G92 X0；
M05 G00 X-100；
G80 X-；
M05 G82 X；
G80 Y+；
G92 Y0；
M05 G00 Y-100；
G80 Y-；
M05 G82 Y；
G92 X0 Y0；
G87；
M99；
```

2.2 内孔快速找中心（孔径与电极直径差较大）

(This sub program fast found x and y center of big hole)

```
N9146；
G53；
G91 G00 X0+H900；
G80 X+；
G92 X0；
M05 G00 X-100；
G00 X0-2H900；
G80 X-；
M05 G82 X；
G00 Y0+H910；
G80 Y+；
G92 Y0；
M05 G00 Y-100；
G00 Y0-2H910；
G80 Y-；
M05 G82 Y；
G92 X0 Y0；
G87；
M99；
```

3. 外侧找中点

3.1 外侧 X 向找中点

(This sub program found the extern center of hole at x axis)

```
N9150；
G53；
G92 X0；
G92 Z0；
M05 G00 Z1000；
G00 X0+H900；
G00 Z0-H920；
G80 X-；
G92 X0；
M05 G00 X1000；
G00 Z1000；
G92 X0；
G00 X0-2H900；
G00 Z0-H920；
G80 X+；
M05 G91 G00 X-1000；
G90 G00 Z1000；
G82 X；
G92 X0；
G87；
M99；
```

3.2　外侧 Y 向找中点

(This sub program found extern center of big hole at y axis)

```
N9151；
G53；
G92 Y0；
G92 Z0；
M05 G00 Z1000；
G00 Y0+H910；
G00 Z0-H920；
G80 Y-；
G92 Y0；
M05 G00 Y1000；
G00 Z1000；
G92 Y0；
G00 Y0-2H910；
G00 Z0-H920；
G80 Y+；
M05 G91 G00 Y-1000；
G90 G00 Z1000；
G82 Y；
G92 Y0；
G87；
M99；
```

4.　测工件

4.1　测定工件 X 向长度

(This sub program found the length at x axis of workpiece)

```
N9152；
G53；
G92 X0；
G92 Z0；
M05 G00 Z1000；
G00 X0+H900；
G00 Z0-H920；
G80 X-；
G92 X0；
M05 G00 X1000；
G00 Z1000；
G00 X0-2H900；
G00 Z0-H920；
G80 X+；
G91；
M05 G00 X-1000；
G90 G00 Z1000；
G91 G00 X1000；
G90；
G87；
M99；
```

4.2　测定工件 Y 向长度

(This sub program found the length at y axis of workpiece)

```
N9153；
G53；
G92 Y0；
G92 Z0；
M05 G00 Z1000；
G00 Y0+H910
G00 Z0-H920
G80 Y-；
G92 Y0；
M05 G00 Y1000；
G00 Z1000；
G00 Y0-2H910；
G00 Z0-H920；
G80 Y+；
G91 M05 G00 Y-1000；
G90 G00 Z1000；
G91 G00 Y1000；
G90；
G87；
M99；
```

4.3 测定工件 X、Y 向中心

(This sub program found x and y center of workpiece)

```
N9154；
G53；
G90 G92 X0 Y0；
G92 Z0；
M05 G00 Z1000；
G00 X0+H900；
G00 Z0-H920；
G80 X-；
G92 X0；
M05 G00 X1000；
G92 X0；
G00 Z1000；
G00 X0-2H900；
G00 Z0-H920；
G80 X+；
G91 M05 G00 X-1000；
G90 G00 Z1000；
G82 X；
G92 X0；
G00 Y0+H910；
G00 Z0-H920；
G80 Y-；
G92 Y0；
M05 Y1000；
G92 Y0；
G00 Z1000；
G00 Y0-2H910；
G00 Z0-H920；
G80 Y+；
G91 M05 G00 Y-1000；
G90 G00 Z1000；
G82 Y；
G92 Y0；
G87；
M99；
```

5. 找角

5.1 找工件右上角

(This sub program found intersection of coner at first quadrant)

```
N9160；
G53；
G90 G92 X0 Y0；
G92 Z0；
M05 G00 Z1000；
G00 X0+H900；
G00 Z0-H920；
G80 X-；
G92 X0；
M05 G00 X1000；
G00 Y0+H910；
G00 X0-H900；
G80 Y-；
G92 Y0；
M05 G00 Y1000；
G00 Z1000；
G00 X0 Y0；
G87；
M99；
```

5.2 找工件左上角

(This sub program found intersection of coner at second quadrant)

```
N9161；
G53；
G90 G92 X0 Y0；
G92 Z0；
M05 G00 Z1000；
G00 X0-H900；
G00 Z0-H920；
G80 X+；
G92 X0；
M05 G00 X-1000；
G00 Y0+H910；
G00 X0+H900；
G80 Y-；
G92 Y0；
M05 G00 Y1000；
G00 Z1000；
G00 X0 Y0；
G87；
M99；
```

5.3 找工件左下角

(This sub program found the intersection of conner at thrid quadrant)

```
N9162；
G53；
G90 G92 X0 Y0；
G92 Z0；
M05 G00 Z1000；
G00 X0-H900；
G00 Z0-H920；
G80 X+；
G92 X0；
M05 G00 X-1000；
G00 Y0-H910；
G00 X0+H900；
G80 Y+；
G92 Y0；
M05 G00 Y-1000；
Z1000；
X0 Y0；
G87；
M99；
```

5.4 找工件右下角

(This sub program found the intersection of conner at fouth quadrant)

```
N9163；
G53；
G90 G92 X0 Y0；
G92 Z0；
M05 G00 Z1000；
G00 X0+H900；
G00 Z0-H920；
G80 X-；
G92 X0；
M05 G00 X1000；
G00 Y0-H910；
G00 X0-H900；
G80 Y+；
G92 Y0；
M05 G00 Y-1000；
G00 Z1000；
G00 X0 Y0；
G87；
M99；
```

1．常用工件金属材料

1.1 钢的名称、牌号及用途

- 普通碳素结构钢：用于一般机器零件，常用的牌号有 A1～A7，代号 A 后的数字愈大，钢的抗拉强度愈高而塑性愈低。
- 优质碳素结构钢：用于较高要求的机械零件。常用牌号有钢 10～钢 70。钢 15（15 号钢）的平均含碳量为 0.15%，钢 40 为 0.40%，含碳量愈高，强度、硬度也愈高，但愈脆。
- 合金结构钢：广泛用于各种重要机械的重要零件。常用的有 20Cr、40Cr（作齿轮、轴、杆）、18CrMnTi、38CrMoAlA（重要齿轮、渗氮零件）及 65Mn（弹簧钢）。前边的数字 20 表示平均含碳量为 0.20%，38 表示 0.38%。末尾的 A 表示高级优质钢。中间的合金元素化学符号含义为：Mn 锰、Si 硅、Cr 铬、W 钨、Mo 钼、Ti 钛、AL 铝、Co 钴、Ni 镍、Nb 铌、B 硼、V 钒。
- 碳素工具钢：因含碳量高，硬而耐磨，常用作工具、模具等。碳素工具钢牌号前加 T 字，以此和结构钢有所区别。牌号后的 A 表示高级优质钢。常用的有 T7、T7A、T8、T8A……T13、T13A 等。
- 合金工具钢：牌号意义与合金结构钢相同，只是前面含碳量的数字是以 0.10%为单位（含碳量较高）。例如 9CrSi 中平均含碳量为 0.90%。常用作模具的有 CrWMn、Cr12MoV（作冷冲模用）、5CrMnMo（作热压模用）。

1.2 铸铁的名称、牌号及用途

- 灰口铸铁：牌号中以灰、铁二字的汉语拼音第一字母为首，后面第一组数字为最低抗拉强度，第二组数字为最低抗弯强度。常用的有 HT10-26，HT15-33，HT20-40，HT30-54，HT40-68 等，用以铸造盖、轮、架、箱体等。
- 球墨铸铁：比灰口铸铁强度高而脆性小，常用的牌号有 QT45-0，QT50-1.5，QT60-2 等。第一组数字为最低抗拉强度，最后的数字为最低延伸率%。
- 可锻铸铁：强度和韧性更高，有 KT30-6，KT35-10 等，牌号意义同上。

1.3 有色金属及其合金

- 铜及铜合金：纯铜又称紫铜，有良好的导电性和导热性、耐腐蚀性和塑性。电火花加工中广泛作为电极材料，加工稳定而电极损耗小。牌号有 T1～T4（数字愈小愈纯）。

铜合金主要有黄铜（含锌），常用牌号有 H59、H62、H80 等。黄铜电极加工时特别稳定，但电极损耗很大。

- 铝及铝合金：纯铝的牌号有 L1～L6（数字愈小愈纯）。铝合金主要为硬铝，牌号有 LY11～LY13，用作板材、型材、线材等。

1.4 粉末冶金材料

最常用的是硬质合金，具有极高的硬度和耐磨性，广泛用作工具及模具。由于其成分不同而分为钨钴类和钨钛类两大类硬质合金。

- 钨钴类硬质合金：用 YG 表示，如 YG6 代表含钴量为 6.0%，含碳化钨为 94%的硬质合金，硬度极高而脆，不耐冲击，主要用于切削加工钢的刃具和量具。
- 钨钴钛类硬质合金：用 YT 表示，除含碳化钨和钴外，还加入碳化钛以增加韧性。例如 YT15 代表含碳化钛 15%的钨钴钛硬质合金，可用于制造模具。

2．常用电极材料

电极材料必须是导电性良好，损耗小，造型容易，并具有加工稳定、效率高、材料来源丰富、价格便宜等特点。常用电极材料有紫铜、石墨、黄铜、铜钨合金和钢、铸铁等。

- 紫铜电极：它质地细密，加工稳定性好，相对电极损耗较低小，适应性广，尤其适用于制造精密花纹模的电极，其缺点为精车、精磨等机械加工困难。
- 石墨电极：特别适用于大脉宽大电流型腔加工中，电极损耗可做到小于 0.5%，抗高温，变形小，制造容易，重量轻。缺点：容易脱落、掉渣，加工表面粗糙度较差，精加工时易拉弧。
- 黄铜电极：黄铜电极最适宜中小规准情况下加工，稳定性好，制造也较容易，但缺点是电极的损耗率较一般电极都大，不容易使被加工件一次成形，所以一般只用在简单的模具加工、通孔加工、取断丝锥等。
- 铸铁电极：目前较少应用的一种材料，主要特点：制造容易、价格低廉、材料来源丰富，放电加工稳定性也较好，特别适用于复合式脉冲电源加工，电极损耗一般达 20%以下，对加工冷冲模最适合。
- 钢电极：钢电极在我国应用比较多，它和铸铁电极相比，加工稳定性差，效率也较低，但它可把电极和冲头合为一体，只要一次成形，可缩短电极与冲头的制造工时。电极损耗与铸铁相似，适合“钢打钢”冷冲模加工。
- 铜钨合金与银钨合金电极：由于含钨量较高，所以在加工中电极损耗小，机械加工成形也较容易，特别适用于工具钢、硬质合金等模具加工及特殊异形孔、槽的加工。加工稳定，在放电加工中是一种性能较好的材料。缺点：价格较贵，尤其是银钨合金电极。

3．热处理基本知识

任何金属材料，无论是黑色金属还是有色金属，一般都可以进行热处理，使金属材料内部金相结构和晶粒粗细发生变化，从而获得所需的机械性能，例如改变强度、硬度、塑性、韧性等。其中钢的热处理用得最为广泛，铸铁次之。常用的热处理方法有：退火、回火、正火、淬火和调质等。具体应用如下述。

3.1 退火

将钢件加热到临界温度以上 30～50℃（一般加热到 750～800℃），保温一段时间在炉中缓慢冷却。用于含碳量较高的铸件和冷轧坯件以及一些硬度较高的合金钢。其目的是：降低硬度，改善加工性能；增加塑性和韧性；消除内应力，防止零件加工变形；细化晶粒，均匀组织，为保证其他热处理的质量做好准备。

3.2 正火

钢加热到临界温度以上 30～50℃左右，保温一段时间，在空气中冷却。正火实质是一种特殊形式的退火，其区别在于冷却速度较退火快。用于低碳、中碳及渗碳钢件。其目的是得到均匀、细密的结构组织，增加强度与韧性，改善加工性能，为保证其他热处理的质量做好准备。

3.3 淬火

钢件加热到临界温度以上 30～50℃，保温一段时间，在水、盐水或油中急速冷却。用于中等含碳量以上的各种钢材。其目的是提高中碳钢的硬度、强度和耐磨性。为提高中碳钢的机械性能做好内容结构组织的准备。

3.4 表面淬火

将工件表面迅速加热到淬火温度，然后用水或油使其急速冷却。根据加热方式的不同，分为高频淬火和火焰淬火两种。用于中等含碳量以上的各种钢材，其目的是使零件表层获得高的硬度和耐磨性，而内部仍保持原有的强度和韧性。

3.5 回火

将淬硬钢件加热到临界温度以下，保温一段时间，在空气或油中冷却。根据不同要求，加热温度也不同。其目的是消除淬火时产生的内应力及由此所产生的脆性，提高零件的塑性和韧性，得到各种要求的机械性能，稳定组织，稳定尺寸。

3.6 调质

淬火后再经高温（500～600℃）回火。用于各种中碳钢的毛坯或粗加工后的制件。其目的是在塑性、韧性和强度方面能获得较好的综合机械性能。

4．模具方面的知识

模具是利用压力变形来制做到具有一定形状和尺寸的制品的工具。在各种材料加工行业中广泛使用着各种模具。根据有关资料统计，汽车、拖拉机、电器、仪表及计算机等工业，有 60～80%的产品是靠模具冲制或压制而成的。显而易见，模具的制造能力与水平是衡量一个国家工业水平的重要标志之一。

4.1 冲裁模的分类

冲裁模的形式很多，主要根据以下三个特征分类：

1） 按工序的性质分类，有冲孔模，落料模、切边模、切断模、剖切模、切口模、整修模等。

2） 按工序的组合分类，有单工序模和多工序模。单工序模又称简单模，指在冲床的一次行程中，只完成冲裁中的一个工序，例如冲孔模，落料模。多工序模又分复合模和跳步模（又称连续模级进模）。

复合模指在冲床的一次行程内，在模具的同一位置上完成两个以上的冲压工序。且每个工序都在同一制件上，如落料冲孔复合模。

跳步模是按照一定顺序，在冲床的一次行程内，在模具的不同位置上完成两个以上的冲压工序。因此对制件来说，要经过几个工步，也就是说要经过冲床的几个行程才能冲成。例如落料冲孔跳步模，就需经冲孔和落料两次行程。

3） 按模具的结构分类，如按上下模间的导向形式分无导向（敞开式）和有导向（导板、导柱、导筒）冲模。

按挡料或送料形式分类，有固定挡料钉，活动挡料销，导头和侧刃定距的冲模。

冲裁模的分类如按凸凹模选用材料不同，又可分为硬质合金冲模、钢结硬质合金冲模，钢皮冲模，橡皮冲模等，还有根据凹模的厚薄而著称的薄板冲模等。

4.2 冲压模的分类

- 压弯模：压弯是使板料、棒料等产生弯曲变形的一种加工方法。压弯模的结构与一般冲裁模结构相似，分上模部分和下模部分，它由凸凹模定位、卸件、导向及紧固零件等组成。但是压弯模有它自己的特点，如凸凹模，除一般动作外，有时还需要摆动、转动等动作。设计压弯模时，应考虑到制造及修理中能消除回弹的可能性，并能防止压弯件的偏移，尽量减少压弯件的拉长，变薄等现象。

- 引伸模：引伸是将板料冲压成各种简单立体形状的一种加工方法。引伸模的结构一般比较简单，根据使用的冲床不同，可分为单动冲床引伸模和双动冲床引伸模；根据引伸工序复合情况，又可分为落料引伸模和落料引伸冲孔模等。
- 冷挤压模：冷挤压是对金属制件进行少无切削的压力加工方法之一。金属的冷挤压是指在常温条件下，将冷态的金属毛坯放在冷挤压模具的模腔中，利用压力机的往复运动和压力作用，使金属毛坯产生塑性变化，从而获得所需的形状尺寸及具有一定机械性能的挤压件。

冷挤压模具按工艺性质分类有正挤压模、反挤压模、复合挤压模、镦挤复合模等。

按导向装置分类，可分为无导向挤压模和导向挤压模。导向挤压模又可分为导柱导套导向冷挤压模，导板导向冷挤模和导口导向冷挤模等。按生产的性质分为专用冷挤模和通用的冷挤模。

- 成形模：当冲裁弯曲、引伸等方法不能满足制件形状尺寸要求时，可以采用成形的方法对制件进行加工。所谓成形就是利用各种局部变形（翻边或起伏、缩口、胀形、矫形和旋压等）来改变毛坯形状、尺寸的一种冲压方法。

4.3 型腔模的分类

型腔模的种类是很多的，按压制的材料可分为：塑料模、金属压铸模、陶土模、橡胶模、玻璃模及粉末冶金模等。下面以塑料成形为例，简单介绍型腔模的情况。

4.3.1 按塑料的成形方法分类

1） 压胶法（又称压制法） ：是热固性塑料的主要成形方法之一。在成形前，根据压制工艺条件，需把模具加热到成形温度，然后将压塑粉或预压料团加入金属压胶模内，使其软化，并在压力作用下，使模具闭合，并使塑料流动而充满型腔，同时发生物理、化学变化而固化定形，脱模后得塑件。

压胶法成形的特点：

- 塑料容易成形，使用较方便。
- 成形纤维状塑件时，热固直压成形的，纤维不容易碎断，故塑件强度较高。
- 无浇口痕迹，塑件修整容易，外形美观，但成形纤维状塑料时，塑件毛边较厚，塑件修整较为困难。
- 不能成形外形复杂、壁厚相差较大的塑件。
- 塑件尺寸，特别是厚度尺寸不易保证精度。
- 成形周期长。

2） 挤胶法（又称挤塑法、压塑法）：闭模后将塑料放入加断腔，在压力和成形温度的作用下，使塑料变成半熔融状态，通过模具的浇注系统，以高速挤入型腔，并经一定时间的保压保温，塑料完全固化，然后开模取出塑件。

挤胶法成形的特点：

- 可成形带有复杂且细薄而需两端定位金属嵌件的塑件。
- 可成形深孔及复杂形状的塑件。
- 塑料在热与压力下，通过模具浇注系统，加热迅速而均匀，保证硬化时间较短。
- 塑件尺寸精度容易保证，分型面飞边薄。
- 对流动性小于 80mm 的塑料挤胶较为困难。
- 成形压力比压胶法大。
- 耗用塑料须增加（浇注部分）。

3） 注射法：将粒状或粉状塑料在注射机料筒内受热熔化到流动状态，然后用很高压力和较差快的速度，通过一个狭小的喷嘴和模具的浇注系统，充满整个型腔，经过一定时间的定形，开启模具，即可从模具中取出塑件。

注射成形的特点：

- 成形周期短，容易实现。
- 塑件尺寸精度容易保证。
- 模具通常设计成固定式，塑件金属嵌件较多时，嵌件的安装就较困难。

4.3.2 塑料模具按成形方式分类

可分为：热固性塑料压胶模、热固性塑料挤胶模、热固性塑料注射模及热塑性塑料注射模。

热固性塑料压胶模按加工料腔的形式又可分为：(a) 敞开式压胶模，即型腔就是加料腔；(b) 半封闭式压胶模，即加料腔的截面；(c) 封闭式压胶模即加料腔本身就是型腔的延续部分，成形压力通过上模完全传到被压制的塑料件上。

按结构形式可分为：(a) 移动式压胶模，(b) 固定式压胶模。

5．影响电加工质量的因素

影响加工质量的原因是多方面的，大致与电极材料的选择、电极制造、电极装夹找正、加工规准的选择、操作工艺是否恰当等有关。要防止产生废品，应注意下列各点。

5.1 正确选择电极材料

在型腔加工中，石墨是常用的电极材料，但由于石墨的品种很多，不是所有的石墨材料都可作为电加工的电极材料，应该使用电加工专用的高强度、高密度、高纯度的特种石墨。紫铜电极常用于精密的中、小型型腔加工。在使用铸造或锻造制造的紫铜坯料做电极时，材质的疏松、夹层或砂眼，会使电极表面本身有缺陷、粗糙和损耗不均匀，使加工表面不理想。

5.2 制造电极时正确控制电极的缩放尺寸

制造电极是电火花加工的第一步，根据图纸要求，缩放电极尺寸是顺利完成加工的关键。缩放的尺寸要根据所决定的放电间隙再加上一定的比例常数而定。一般宁肯取理论间隙的正差，即电极的标称尺寸要偏“小”一些，也就是“宁小勿大”。若放电间隙留小了，电极做“大”了，使实际的加工尺寸超差，则造成不可修废品。如电极略微偏“小”，在尺寸上留有调整的余地，经过平动调节或稍加配研，可最终保证图纸的尺寸要求。

在型孔加工中无论是制造阶梯电极，还是用直接加工电极，由于最终要控制凸凹模具的配合间隙，因此对电极缩放尺寸的要求是十分严格的，一般应控制在±0.01mm。

5.3 把好电极装夹和工件找正的第一关

在校正完水平与垂直，最后紧固时，往往会使电极发生错位、移动，加工时造成废品。因此，紧固后还要不厌其烦地再找正检查一下，甚至在加工开始进行了少量进给后，还需要停机再查看一下是否正确无误。因为电火花加工开始阶段是很重要的一个环节，也是需要操作者最精心的时候。

由于电极装夹不紧，在加工中松动，或找正误差过大，是造成废品的一个原因。电极或辅助夹具的微小松动，会给加工深度带来误差。有时在多次重复加工中，加工条件相同，但深度误差分散性很大，往往也是电极松动造成的。加工过程中夹具发热，也会使电极松动。对于一些小型单电极，只用一个螺栓与电极连接固定，则更容易发生松动，特别是石墨电极采用这种夹固方法 是非常不可靠的。

在进行型孔加工中，一般为了减少加工量，都进行预铣或预钻。加工留量越小，越有利于提高加工速度，但也会给找正带来困难，造成废品的潜在危险也越大，多型孔同时加工的场合更是如此，由于预铣、预钻孔的尺寸不够均匀一致，往往多数孔已经找正，而有一二个孔略偏。如果观察粗略，就有可能加工后个别型孔留有“黑皮”而造成废品。因此在加工初始阶段，一定要停机查核，确实无误后再继续加工。

5.4 要正确选用加工规准，了解脉冲电源的工艺规律

了解和掌握脉宽、脉间、电流、电压、极性等一组电规准对应产生的电极损耗、加工速度、放电间隙、表面粗糙度以及锥度等工艺效果，是避免产生废品、达到加工要求的关键。不控制电极损耗就不能加工出好的型腔，控制不好粗糙度和放电间隙，就不能确定最佳平动量，修光型腔侧壁。控制不准放电间隙和粗糙度就加工不出好的型孔。常常有人埋怨电源的电极损耗异乎寻常的大，这往往是由于极性接反了，或者是用高频、窄脉宽进行型腔的粗加工。

5.5 防止由于脉冲电源中电气元件的影响而造成废品

脉冲电源在维修中由于更换了元器件，使脉冲参数发生改变，也会使加工达不到人们预期的效果。或由于电源中元器件损坏、击穿，引起拉弧放电，也是造成工件严重破坏的原因。

5.6 注意实际进给深度由于电极损耗引起的误差

在进行尺寸加工时，由于电极长度相对损耗会使加工深度产生误差。而由于规准变化的不同，误差也会很不一致，往往使实际加工深度小于图纸要求。因此一定要在加工程序中，计算、补偿上电极损耗量，或者在半精加工阶段停机进行尺寸复核，并及时补偿由于电极损耗造成的误差，然后再转换成最后的精加工。

5.7 正确控制平动量

型腔或型孔的侧壁修光要靠平动，既要达到一定粗糙度的要求，又要达到尺寸要求，需要认真确定逐级转换规准时的平动量。否则有可能还没达到修光要求，而尺寸已经到限，或者已经修光但还没有达到尺寸要求。因此，应在完成总平动量 75%的半精加工段复核尺寸，之后再继续进行精加工。

5.8 防止型腔在精加工时产生波纹和黑斑

在型腔加工的底部及弯角处，易出现细线或鱼鳞状凸起，称为波纹。产生的原因有以下几方面：

- 电极损耗的影响：电极材料质量差，方向性不对，电参数选择不当，造成粗加工后表面不规则点状剥落（石墨电极）和网状剥落（紫铜电极）。在平动侧面修光后反映在型腔表面上就是“波纹”。
- 冲油和排屑的影响：冲油孔开得不合理，“波纹”就严重；另外排屑不良，蚀除物堆积在底部转角处，也助长了“波纹”的产生。

减少和消除的方法：

- 采用较好的石墨电极，粗加工开始时用小电流密度，以改善电极表面质量。
- 采用中精加工低损耗的脉冲电源及电参数。
- 合理开设冲油孔，采用适当抬刀措施。
- 采用单电极一修正电极工艺，即粗加工后修正电极，再用平动精加工修正，或采用多电极工艺。
- 精加工留在型腔表面的黑斑常常给最后的加工带来麻烦。仔细观察这部分的表面不平度较周围其他部分要差。这种黑斑常常是由于在精加工时脉冲能量小，使积留在间隙中的蚀除物不能及

时排出所致。因此，在最后精加工时要注意控制主轴进行灵敏的“抬刀”，不使炭黑滞留而产生黑斑。

5.9 注意装夹在一起的大小电极在放电间隙上的差异（此处主要指侧面间隙）

原则上放电间隙应不受电极大小的影响，但在实际加工中，大电极的加工间隙小，而小电极加工间隙反而偏大，一般认为：

- 大小电极组装精度可能不一样，小电极垂直精度不易装得象大电极那样高，使其投影面积增大，造成穿孔加工放电间隙扩大。
- 小电极在穿孔加工过程中容易产生侧向振动，造成放电间隙扩大。
- 由于穿孔进给速度受大电极的限制，使小电极二次放电机会增多，致使其放电间隙扩大。

5.10 防止硬质合金产生裂纹

由于硬质合金是粉末冶金材料，它的导热率低。过大的脉冲能量和长时间持续的电流作用，都会使加工表面产生严重的网状裂纹。因此，为了提高粗加工的速度而采用宽脉宽、大电流加工是不可取的。一般宜采用窄脉宽（50μs 以下）高峰值电流，短促的瞬时高温使加工表面热影响层较浅，避免裂纹发生。

5.11 防止在型孔加工中产生“放炮”

在加工过程中产生的气体，集聚在电极下端或油杯内部，当气体受到电火花引燃时，就会象“放炮”一样冲破阻力而排出，这时很容易使电极与凹模错位，影响加工质量，甚至报废。这种情况在抽油加工时更易发生。因此，在使用油杯进行型孔加工时，要特别注意排气，适当抬刀或者在油杯顶部周围开出气槽、排气孔，以利排出积聚的气体。

5.12 注意热变形引起的电极与工件位移

- 在使用薄型的紫铜电极时，加工中要注意由于电极受热变形而使加工的型腔产生异常。
- 另外值得注意的是停机后，由于人为的因素，使电极与工件发生位移。在开机时，又没注意电极与工件的相对位置，常常会使接近加工好的工件报废。

5.13 注意主轴刚性和工作液对放电间隙的影响

电火花加工的蚀除物从间隙排出的过程中，常常在电极与工件间引起电极与加工面的二次放电。二次放电的结果使已加工过的表面再次电蚀，在凹模的上口电极进口处，二次放电机会就更多一些，这样就形成了锥度。电火花加工的锥度一般在 4′～ 6′之间。二次放电越多，锥度越大。为了减小锥度，首先要保持主轴头的稳定性，避免电极不必要的反复提升。调节好冲、抽油压力，选择好适当的电参数，使主轴伺服处于最佳状态，既不过于灵敏，也不迟钝，都可减少锥度。在加工深孔中为了减少二次放电造成锥度超差，常采用抽油加工或短电极的办法。

5.14 要密切注视和防止电弧烧伤

加工过程中局部电蚀物密度过高，排屑不良，放电通道、放电点不能正常转移，将使工具工件局部放电点温度升高，产生积炭结焦，引起恶性循环，使放电点更加固定集中，转化为稳定电弧，使工具工件表面积炭烧伤。

防止办法是增大脉间及加大冲油，增加抬刀频率和幅度，改善排屑条件。发现加工状态不稳定时就采取措施，防止转变成稳定电弧。

6．编制一般工艺规程

一般模具的加工工艺基本方法是切削加工、热处理、电加工、线切割、冷挤、钳制、钳装、校模等。现重点阐述编制模具电火花加工工艺规程。

6.1 型腔模电火花加工一般工艺规程

应分别编制上、下模及电极的机械加工工艺和型腔模的电火花加工工艺。型腔模的材料有9Mn2V、T10、T10A、3Cr2W8 等。

1）上模和下模的制造工艺：

- 刨形，各放 0.5~1mm，外形余量根据型腔复杂程度而定。
- 刨两平面并放磨。
- 划全形。
- 电火花加工对形腔，一般比原型腔打深 0.3～0.5mm，留出磨量，以便磨床磨去因钳工修正打光而产生的上口塌角。
- 以电加工型腔为基准，车、钻、镗、铣各形孔、形面。
- 钳工整修对形。
- 热处理，淬硬 HRC46～53。
- 钳工装配，校模压样品。

电极材料有高纯石墨和紫铜。

2）电极制造工艺

石墨在加工前应在油里浸透好，以便在机械加工时，石墨屑不易飞扬，清角线和棱角线不易剥落。

石墨和紫铜电极采用一般的机械加工（车、铣、刨、磨等），最后钳工修正成形。紫铜电极还可采用线切割加工。

一般对于形状比较简单的型腔，多数采用单电极成形工艺，即采用一个电极，借助平动扩大间隙，达到修光型腔的目的。所谓单电极，可以是独块电极，也可以是镶拼电极，这由电极加工工艺而定。

对于大中型及型腔复杂的模具，可以采用多电极加工，各个电极可以是独块的，也可以是镶拼的，视具体情况而定。

3）电火花加工型腔模（上模或下模）

一般先加工对形，再以电加工后型腔为准，加工外形或其他型孔，这样对于电加工操作者来说，找准定位还是比较方便的。但也不是一概如此，有些模具涉及到许多因素，最后一道工序是电加工也是不少见的（外形及其它各型孔尺寸已做到）。这就对电加工定位、装夹、加工等有更高的要求。

6.2 型腔模加工改进方案

近年来，在脉冲电源、机床设备、工艺方法等方面有了很多进展。

1）采用中精加工低损耗电源

由于中精加工低损耗电源的开发取得了显著成绩，从而为高精度的型腔模加工开创了新途径。

众所周知，以往的型腔模加工，是在机械加工后由钳工修正总装。但因机械加工在型腔四周、清角处、型腔中侧部、台阶和圆角等处的余量较多，所以钳加工的工作量很大。若采用低损耗电源加工，只须用一只紫铜电极来“光一光”(即用一个按一定比例稍缩小的电极，在要加工的型腔上进行电蚀加工)，就能达到预期目的。

使用低损耗电源还可以把型腔的整体加工改为型腔的局部加工。考虑到经济效益，在能够采用机械加工的地方尽量用机械加工，对复杂型腔，四周清角、底部圆弧及窄槽等无法用机械加工的地方，则采用局部加工。此外也可采用整体加工和局部加工相结合的方法，即先用石墨电板加工出大致的形状，然后再用紫铜电极进行局部加工。上述方法均取得很好的效果。

2） 选择不同的电极材料，把整体加工分解为局部加工

过去型腔电加工绝大多数采用石墨电极，极少采用紫铜电极。那是因为过去型腔模电火花加工绝大多数采用整体加工方式，而且那时虽然也有晶体管和可控硅脉冲电源，但是电极损耗较大，尤其在精规准时，损耗可达 25～30%，不适宜作局部加工。而且大块石墨容易找到，容易制作，并且份量轻，可磨削，易加工，因而被大量采用。而铜电极，由于大块紫铜难找，磨削困难，再加上电极损耗后，钳工修正困难，因此大大限制了紫铜电极的使用。

随着低损耗电源问世以来，型腔电加工工艺也随之由整体加工逐渐转为局部加工，不再需要大块电极，因此，紫铜电极应运而生。局部加工的电极不需要很大，但是几何形状较复杂，尺寸精度要求高，因此，人们采用紫铜作为局部加工的电极。

3） 线切割和电火花加工配套应用

中精加工低损耗电源输出功率较小，生产率略低，加工模具的双面间隙在 0.1～0.25mm 左右。目前人们还是采用平动方法，扩大间隙来达到修光型腔的目的，但是平动方法也有它的不足之处，仿形精度受到一定影响，四周会产生圆角，底部产生平台，因此平动量不宜太大，一般为 0.1～0.3mm。因而确定了电极的缩放量为 0.1～0.3mm。根据型腔模具设计原则，电极尺寸的缩放按几何方法计算，因此在电极设计时只要在技术要求上写明电极的缩放量即可。

目前国内的线切割机床都有间隙补偿装置。线切割机床可利用间隙补偿装置自行切割电极。

如果采取线切割与电火花加工配合应用，可简化电极设计，保证电极质量，提高工效，缩短制造周期。

在电火花加工型腔模具工艺中，除了利用低损耗电源扩大电加工应用范围及线切割与电加工配合应用外，还有许多方法可以提高型腔模的精度，采用 X、Y、Z、U、C 五轴数控联动（X 水平方向，Y 水平方向，Z 垂直方向，主轴转动 U，主轴分度运动 C），采用自动交换电极的电火花加工中心，只要事先调整好电极和编好相应的程序，便能自动加工复杂模具。

7. 电加工工艺留量的确定

7.1 基本概念

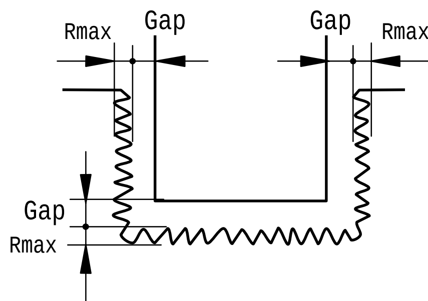
1） Gap：单边放电间隙。

2） 放电间隙：参数表上的放电间隙指的是 2Gap。

3） 安全间隙：M=2Gap+2Rmax+余量，安全间隙也叫尺寸差，电极尺寸收缩量。

4） 平动半径：R=电极尺寸收缩量/2。一般 R 按 M/2 选取。

5） 表面粗糙度：Ra、Rmax，单位为μm。一般 Rmax ≈4Ra。



7.2 工艺留量的确定

例：加工一ф20mm 的圆柱孔，深 10mm，表面粗糙度要求 Ra=2.0μm，要求损耗，效率兼顾，为

铜打钢。

其加工的工艺过程和工艺留量按以下方法确定，此方法也就是自动编程工艺留量的确定方法：

1） 确定第一个加工条件

a） 如果电极还未做好，可根据投影面积的大小和工艺组合，由加工参数表选择第一个加工条件。本例工艺要求为“标准值”，投影面积为 3.14cm^2，按参数表确定第一个加工条件为 C131，从而确定电极尺寸差为 0.61mm。

b） 电极已经做好，尺寸差为 0.6mm，则由：

尺寸差
投影面积 } ⇨ 首要加工条件 C130。

注意：尺寸差是决定首要加工条件的优先条件。如果尺寸差太小，即使投影面积很大，也无法选择较大的条件作为首要的加工条件。

本例按 a)选 C131 做首要加工条件，电极尺寸差按 0.61 做。

2） 由表面粗糙度要求确定最终加工条件

Ra=2.0，查看参数表侧面、底面均满足要求时选 C125。

3） 中间条件全选，即加工过程为：

C131—C130—C129—C128—C127—C126—C125

4） 每个条件的底面留量计算方法：

最后一个加工条件之前底面留量按本条件的 M/2 留量。最后一个加工条件按本条件的 Gap 留量

本例每个条件的底面留量确定如下：

	C131	C130	C129	C128	C127	C126	C125
M/2	0.305	0.23	0.19	0.14	0.11	0.07	0.0275（GAP）

5） 带平动加工时平动量的计算

平动半径(R)=电极尺寸收缩量/2=0.305

每个条件的平动量= R-M/2 首要条件

R-0.4M 中间条件

R-GAP 最终条件

本例中每个条件的平动量确定如下：

	C131	C130	C129	C128	C127	C126	C125
平动量	0	0.121	0.153	0.193	0.217	0.249	0.2775

7.3 加工速度与工艺留量的关系。

电火花成形加工的工艺过程简单的讲，就是一个从粗到精的加工过程。因此终加工之前的每一个工序，均要为后面的加工考虑材料余量。选择合理的序间材料余量是保证加工质量与加工效率的关键。较大的材料余量会降低加工速度。较小的材料余量会影响加工的表面粗糙度。目前 SE 的安全间隙 M 就是在首先考虑加工质量的情况下确定出来的一个工艺留量参数，由其组成公式及目前参数表给定的安全间隙值可以计算出每个条件的材料余量。

M=2Gap+2Rmax+余量

余量=M-2Gap-2Rmax

其中 2Gap 就是参数表上的放电间隙，Rmax 可按 4Ra 近似计算，以下是常用参数铜打钢每个加工条件的余量计算：

低损耗

条件号	安全间隙 (M)	放电间隙 (2Gap)	Rmax μm	材料余量 (双边)
115	1.65	0.89	66.8	0.626
114	1.55	0.83	61.6	0.597
113	1.22	0.60	56	0.508
112	0.83	0.47	48.4	0.263
111	0.70	0.37	34	0.262
110	0.58	0.32	31.6	0.197
109	0.40	0.25	27.2	0.096
108	0.28	0.19	20	0.05
107	0.19	0.15	15.2	0.0096
106	0.12	0.070	10.4	0.029
105	0.11	0.065	7.6	0.0298
104	0.08	0.05	6	0.018
103	0.06	0.045	4	0.007
101	0.04	0.025	2.8	0.009
100	0	0.005		

标准值

条件号	安全间隙 (M)	放电间隙 (2Gap)	Rmax μm	材料余量 (双边)
135	1.581	0.84	72	0.597
134	1.06	0.544	66.8	0.382
133	1.00	0.53	60.8	0.348
132	0.72	0.36	48	0.264
131	0.61	0.31	40.8	0.218
130	0.46	0.24	39.2	0.142
129	0.38	0.22	29.6	0.101
128	0.28	0.165	23.2	0.068
127	0.22	0.11	14.0	0.082
126	0.14	0.06	10.4	0.060
125	0.12	0.055	7.6	0.050
124	0.10	0.05	6.4	0.037
123	0.07	0.045	5.6	0.014
121	0.045	0.04	4.8	

高效率

条件号	安全间隙（M）	放电间隙（2Gap）	Rmax μm	材料余量（双边）
155	1.6	0.81	76	0.638
154	1.22	0.59	68.8	0.492
153	0.97	0.457	56.8	0.399
152	0.71	0.35	48.8	0.262
151	0.61	0.3	36.8	0.236
150	0.43	0.22	32	0.146
149	0.346	0.19	24.8	0.106
148	0.29	0.145	21.6	0.102
147	0.23	0.122	19.2	0.070
146	0.18	0.08	14.8	0.070
145	0.15	0.07	10.4	0.059
144	0.13	0.065	8.4	0.048
143	0.11	0.06	6.4	0.037
142	0.09	0.055	5.6	0.024
141	0.046	0.04	4.8	

最理想的加工状况是第一个条件加工完后，其后的加工只是修光第一个加工条件形成的表面不平度，而不打掉新的材料，也就是把每个条件的材料余量按零对待。但实际加工时，考虑到放电状况受到的制约因素千变万化，因此为了安全要考虑材料余量，余量的大小可根据实际的放电状况而定，对于那些放电比较稳定，加工状态比较好的零件，可适当减小材料余量，以提高加工速度，实际改变时，可参照上表所列的标准材料余量来确定。

改变材料余量的方法有二，一是按一定的百分比减少每个所选条件的材料余量，二是只减少你认为留量较大的一个或几个条件，一般为最后一个条件。

余量改变后，在程序上的实现方法是：在自动编程生成程序的基础上，按材料余量的减少量修改各加工条件的底面留量，由于最后一个加工条件的减小量会影响加工深度，可按其减小量在总深度（即 H970）上加以修正。若还想修改平动量方向上的材料余量，最好先按每个条件的材料余量减少量算出每个条件的安全间隙即 M 值，按此 M 值修改机床上标准参数的 M 值，然后再自动生成程序，则底面留量和平动量都是按小余量方式产生。

以下为一个余量改变前后加工深度留量和平动量变化对比的例子，加工条件为 C109→C104。

条件号	标准 M 值	标准余量	余量减小 30%后余量	余量减小 30%后 M 值	标准底面留量	标准平动量	余量减小后底面留量	余量减小后平动量
C109	0.4	0.096	0.067	0.371	0.2	0	0.185	0.014
C108	0.28	0.05	0.035	0.265	0.14	0.088	0.132	0.094
C107	0.19	0.0096	0.007	0.187	0.095	0.124	0.094	0.125
C106	0.12	0.029	0.020	0.111	0.06	0.152	0.056	0.155
C105	0.11	0.0298	0.021	0.101	0.055	0.156	0.051	0.159
C104	0.08	0.018	0.013	0.075	0.025	0.175	0.025	0.175

上表中最后一个加工条件 C104 的标准底面留量和标准平动量均是按放电间隙算的，不留材料余量。此例 C104 加工前有材料余量 0.021（双边），单边为 0.0105。如 C104 不作为最终加工条件，加工完还应留材料余量 0.013（双边），单边为 0.0065，因此可根据该值来修改底面留量和平动量，以减少加工时间。例如将单边加工量减少 0.005，可将 C104 底面留量 0.025 改成 0.03，将 H970 加大 0.005，以保证实际加工深度不变，将 C104 之前的每个加工条件的平动量加大 0.005 从而使 C104 的平动加工量减小，而最终加工尺寸不变。

提高加工效率的另外一个方法就是采用定时加工，由于自动编程生成的程序最后一个条件留量由 M 变成 Gap，使得最后一个条件的加工余量较大，而最后一个条件的放电能量一般都较小。严格加工到程序要求的深度会花较长的时间，由于最后一个条件的尺寸变化已较小，实际上我们只要加工到要求的表面粗糙度后就可结束加工，加工多长时间可根据经验决定，对于深度要求较严的零件，可在加工前适当加大一点加工深度，一则补偿电极损耗带来的尺寸误差，二则补偿最后一个条件加工量减小的误差。

1．铜打钢——最小损耗参数表

条件号	面积 cm^2	安全间隙 mm	放电间隙 mm	加工速度 mm^3/min	损耗 %	侧面 Ra	底面 Ra	极性	电容	高压管	管数	脉冲间隙	脉冲宽度	模式	损耗类型	伺服基准	伺服速度	极限值		
																		损耗类型	脉冲间隙	伺服基准
100		0	0.005					-	0	0	3	2	2	8	0	85	8			
101		0.04	0.025			0.56	0.7	+	0	0	2	6	9	8	0	80	8			
103		0.06	0.045			0.8	1.0	+	0	0	3	7	11	8	0	80	8			
104		0.08	0.05			1.2	1.5	+	0	0	4	8	12	8	0	80	8			
105		0.11	0.065			1.5	1.9	+	0	0	5	9	13	8	0	75	8			
106		0.12	0.070	1.2		2.0	2.6	+	0	0	6	10	14	8	0	75	10	0	6	55
107		0.19	0.15	3.0		3.04	3.8	+	0	0	7	12	16	8	0	75	10	0	6	55
108	1	0.28	0.19	10	0.10	3.92	5.0	+	0	0	8	13	17	8	0	75	10	0	6	55
109	2	0.40	0.25	15	0.05	5.44	6.8	+	0	0	9	13	18	8	0	75	12	0	6	52
110	3	0.58	0.32	22	0.05	6.32	7.9	+	0	0	10	15	19	8	0	70	12	0	8	52
111	4	0.70	0.37	43	0.05	6.8	8.5	+	0	0	11	16	20	8	0	70	12	0	8	48
112	6	0.83	0.47	70	0.05	9.68	12.1	+	0	0	12	16	21	8	0	65	15	0	8	48
113	8	1.22	0.60	90	0.05	11.2	14.0	+	0	0	13	16	24	8	0	65	15	0	10	50
114	12	1.55	0.83	110	0.05	12.4	15.5	+	0	0	14	16	25	8	0	58	15	0	12	50
115	20	1.65	0.89	205	0.05	13.4	16.7	+	0	0	15	17	26	8	0	58	15	0	13	50

2．铜打钢——标准型参数表

条件号	面积 cm^2	安全间隙 mm	放电间隙 mm	加工速度 mm^3/min	损耗 %	侧面 Ra	底面 Ra	极性	电容	高压管	管数	脉冲间隙	脉冲宽度	模式	损耗类型	伺服基准	伺服速度	极限值	
																		脉冲间隙	伺服基准
121		0.045	0.040			1.1	1.2	+	0	0	2	4	8	8	0	80	8		
123		0.070	0.045			1.3	1.4	+	0	0	3	4	8	8	0	80	8		
124		0.10	0.050			1.6	1.6	+	0	0	4	6	10	8	0	80	8		
125		0.12	0.055			1.9	1.9	+	0	0	5	6	10	8	0	75	8		
126		0.14	0.060			2.0	2.6	+	0	0	6	7	11	8	0	75	10		
127		0.22	0.11	4.0		2.8	3.5	+	0	0	7	8	12	8	0	75	10		
128	1	0.28	0.165	12.0	0.40	3.7	5.8	+	0	0	8	11	15	8	0	75	10	5	52
129	2	0.38	0.22	17.0	0.25	4.4	7.4	+	0	0	9	13	17	8	0	75	12	6	52
130	3	0.46	0.24	26.0	0.25	5.8	9.8	+	0	0	10	13	18	8	0	70	12	6	50
131	4	0.61	0.31	46.0	0.25	7.0	10.2	+	0	0	11	13	18	8	0	70	12	5	48
132	6	0.72	0.36	77.0	0.25	8.2	12	+	0	0	12	14	19	8	0	65	15	5	48
133	8	1.00	0.53	126.0	0.15	12.2	15.2	+	0	0	13	14	22	8	0	65	15	5	45
134	12	1.06	0.544	166.0	0.15	13.4	16.7	+	0	0	14	14	23	8	0	58	15	7	45
135	20	1.581	0.84	261.0	0.15	15.0	18.0	+	0	0	15	16	25	8	0	58	15	8	45

3．铜打钢——最大去除率型参数表

条件号	面积 cm^2	安全间隙 mm	放电间隙 mm	加工速度 mm^3/min	损耗 %	侧面 Ra	底面 Ra	极性	电容	高压管	管数	脉冲间隙	脉冲宽度	模式	损耗类型	伺服基准	伺服速度	极限值	
																		脉冲间隙	伺服基准
141		0.046	0.04			1.0	1.2	+	0	0	2	6	9	8	0	80	8		
142		0.090	0.055			1.1	1.4	+	0	0	3	7	11	8	0	80	8		
143		0.11	0.06			1.2	1.6	+	0	0	4	8	12	8	0	80	8		
144		0.13	0.065			1.7	2.1	+	0	0	5	9	13	8	0	78	8		
145		0.15	0.07			2.1	2.6	+	0	0	6	10	14	8	0	75	10		
146		0.18	0.08			2.7	3.7	+	0	0	7	4	8	8	0	75	10		
147		0.23	0.122	10.0	5.0	3.2	4.8	+	0	0	8	6	11	8	0	75	10		
148	1	0.29	0.145	15.0	2.5	3.4	5.4	+	0	0	9	7	12	8	0	75	12		
149	2	0.346	0.19	19.0	1.8	4.2	6.2	+	0	0	9	8	13	8	0	75	12	6	45
150	3	0.43	0.22	30.0	1.0	4.6	8.0	+	0	0	10	10	15	8	0	70	15	5	45
151	4	0.61	0.3	45.0	0.9	6.0	9.2	+	0	0	11	11	16	8	0	70	15	5	45
152	6	0.71	0.35	76.0	0.8	8.0	12.2	+	0	0	12	11	17	8	0	65	15	5	45
153	8	0.97	0.457	145.0	0.4	11.8	14.2	+	0	0	13	12	20	8	0	65	15	7	48
154	12	1.22	0.59	220.0	0.4	13.9	17.2	+	0	0	14	12	21	8	0	58	15	8	48
155	20	1.6	0.81	310.0	0.4	15.0	19.0	+	0	0	15	15	23	8	0	58	15	10	48

4．铜打钢——反向工艺参数表(仅供参考)

条件号	安全间隙 mm	放电间隙 mm	加工速度 mm^3/min	损耗 %	底面 Ra	极性	电容	高压管数	管数	脉冲间隙	脉冲宽度	伺服基准	伺服速度	极限值	
														脉冲间隙	伺服基准
184		0.04			1.00	-	0	1	4	13	9	73	8	11	73
185		0.05			1.50	-	0	1	5	13	10	70	8	11	70
186		0.065			1.60	-	0	1	6	14	11	70	10	12	70
187	0.09	0.07			2.30	-	0	0	7	10	12	70	10	8	70
188	0.20	0.12	13	0.10	3.00	-	0	0	8	10	17	70	10	8	70
189	0.28	0.17	16	0.05	4.00	-	0	0	9	10	19	60	12	8	60
190	0.33	0.225	34	0.05	5.44	-	0	0	10	10	20	55	12	8	55
191	0.60	0.26	65	0.05	6.32	-	0	0	11	10	20	51	12	8	52
192	0.70	0.33	110	0.05	6.80	-	0	0	12	12	21	51	15	10	52
193	0.91	0.41	165	0.05	9.68	-	0	0	13	12	24	51	15	10	52
194	1.10	0.50	265	0.05	11.20	-	0	0	14	15	25	51	15	13	52
195	1.30	0.63	317	0.05	12.40	-	0	0	15	16	26	51	15	14	52

5．困难条件下的铜打钢参数表——半精/精加工(仅供参考)

条件号	面积 cm^2	安全间隙 mm	放电间隙 mm	加工速度 mm^3/min	损耗 %	侧面 Ra	极性	电容	高压管数	管数	脉冲间隙	脉冲宽度	伺服基准	伺服速度
161		0.020	0.020			0.6	-	0	0	2	3	3	85	15
162		0.240	0.024			0.8	-	0	0	3	7	4	80	15
163		0.030	0.030			1.0	-	0	0	3	7	4	80	15
164		0.060	0.030			1.0	-	0	0	3	7	6	80	15
165		0.058	0.046			1.35	+	0	0	4	6	10	80	15
166		0.078	0.050			1.8	+	0	0	5	7	10	75	15
167		0.110	0.060			2.8	+	0	0	6	7	11	75	15
168		0.156	0.080				+	0	0	7	8	12	70	15

6．困难条件下的铜打钢参数表——粗加工(仅供参考)

条件号	面积 cm^2	安全间隙 mm	放电间隙 mm	加工速度 mm^3/min	损耗 %	侧面 Ra	极性	电容	高压管数	管数	脉冲间隙	脉冲宽度	伺服基准	伺服速度
169	0.1…0.2	0.24	0.14	1.0	0.8	5.2	+	0	0	8	22	15	77	20
170	0.2…0.5	0.35	0.20	1.5	0.5	6.5	+	0	0	9	23	17	77	20
171	0.5…1.5	0.50	0.26	7.5	0.3	7.0	+	0	0	10	16	18	75	20
172	1.5…3	0.61	0.31	21	0.3	8.6	+	0	0	11	11	18	70	20
173	3…4	0.72	0.36	50	0.3	12.0	+	0	0	12	12	19	65	20
174	4…6	1.00	0.53	70	0.15	15.0	+	0	0	13	13	22	65	20
175	6…8	1.25	0.64	105	0.15	16.7	+	0	0	14	14	23	58	20
176	＞8	1.60	0.85	150	0.5		+	0	0	15	16	25	58	20

7．铜打钢(盲孔加工)——最小损耗参数表(仅供参考)

条件号	直径 mm	安全间隙 mm	放电间隙 mm	加工速度 mm^3/min	损耗 %	底面 Ra	极性	电容	高压管数	管数	脉冲间隙	脉冲宽度	伺服基准	伺服速度	极限值	
															脉冲间隙	伺服基准
200	0.5	0.12	0.07			1.5	+	0	0	6	3	12	72	8	3	72
201	1.0	0.24	0.10	1.0	30	3.3	+	0	0	8	6	16	62	10	6	62
202	2.0	0.25	0.11	1.7	25	3.7	+	0	0	9	4	13	62	10	4	62
203	3.0	0.35	0.15	2.7	25	5.0	+	0	0	11	9	16	58	12	9	58
204	4.0	0.50	0.25	4.0	25	12.0	+	0	0	14	12	21	55	15	12	55

8．铜打钢(盲孔加工)——标准型参数表(仅供参考)

条件号	直径 mm	安全间隙 mm	放电间隙 mm	加工速度 mm^3/min	损耗 %	底面 Ra	极性	电容	高压管数	管数	脉冲间隙	脉冲宽度	伺服基准	伺服速度	极限值 脉冲间隙	极限值 伺服基准
220	0.5	0.15	0.08			2.2	+	0	0	7	2	12	70	8	2	70
221	1.0	0.26	0.13	2.5	50	4.5	+	0	0	10	8	16	58	10	8	58
222	2.0	0.50	0.25	5.0	75	9.5	+	0	0	13	11	18	56	15	11	56
223	3.0	0.50	0.25	5.0	45	9.5	+	0	0	13	10	18	56	15	10	56
224	5.0	0.60	0.30	6.5	45	13.0	+	0	0	15	10	18	52	15	10	52

9．铜打钢(盲孔加工)——最大去除率参数表(仅供参考)

条件号	直径 mm	安全间隙 mm	放电间隙 mm	加工速度 mm^3/min	损耗 %	底面 Ra	极性	电容	高压管数	管数	脉冲间隙	脉冲宽度	伺服基准	伺服速度	极限值 脉冲间隙	极限值 伺服基准
240	0.5	0.25	0.12	0.8	140	3.7	+	0	0	9	3	14	64	10	3	64
241	1.0	0.40	0.20	3.7	75	6.8	+	0	0	12	10	16	58	12	10	58
242	2.0	0.60	0.30	10.0	150	13.0	+	0	0	15	10	18	54	15	10	54
243	3.0	0.60	0.27	9.0	85	12.5	+	0	0	15	10	16	54	15	10	54

10．铜打硬质合金——最小损耗参数表(仅供参考)

条件号	面积 cm^2	安全间隙 mm	放电间隙 mm	加工速度 mm^3/min	损耗 %	侧面 Ra	底面 Ra	极性	电容	高压管数	管数	脉冲间隙	脉冲宽度	伺服基准	伺服速度	极限值 脉冲间隙	极限值 伺服基准
400	1.0	0.17	0.095	3	25	1.76	2.2	+	0	0	10	13	14	65	12	12	60
401	1.5	0.20	0.112	5	32	2.0	2.5	+	0	0	11	14	15	65	12	13	60
402	2	0.25	0.138	8	35	2.6	3.2	+	0	0	12	15	16	65	15	14	60
403	4	0.33	0.171	15	35	3.0	3.8	+	0	0	13	17	18	60	15	16	55
404	6	0.43	0.216	35	40	4.3	5.4	+	0	0	15	18	19	60	15	17	55

11．铜打硬质合金——最大去除率参数表(仅供参考)

条件号	面积 cm^2	安全间隙 mm	放电间隙 mm	加工速度 mm^3/min	损耗 %	侧面 Ra	底面 Ra	极性	电容	高压管数	管数	脉冲间隙	脉冲宽度	伺服基准	伺服速度	极限值 脉冲间隙	极限值 伺服基准
450	6	0.26	0.10	36	95	2.64	3.30	-	16	0	15	12	10	60	15	9	52

12．铜钨打硬质合金——最大去除率参数表(仅供参考)

条件号	面积 cm^2	安全间隙 mm	放电间隙 mm	加工速度 mm^3/min	损耗 %	侧面 Ra	底面 Ra	极性	电容	高压管数	管数	脉冲间隙	脉冲宽度	伺服基准	伺服速度	极限值 脉冲间隙	极限值 伺服基准
485	6	0.26	0.10	50	21	2.88	3.6	-	0	0	15	12	10	60	20	10	52

13. 铜打硬质合金——标准型参数表(仅供参考)

条件号	面积 cm^2	安全间隙 mm	放电间隙 mm	加工速度 mm^3/min	损耗 %	侧面 Ra	底面 Ra	极性	电容	高压管数	管数	脉冲间隙	脉冲宽度	伺服基准	伺服速度	极限值	
																脉冲间隙	伺服基准
421		0.014	0.010			0.28	0.35	-	0	0	2	5	0	80	8	4	68
422		0.016	0.010			0.35	0.44	-	0	0	3	5	0	80	8	4	68
423		0.018	0.010			0.40	0.50	-	0	0	5	5	0	80	8	3	60
424		0.022	0.015			0.44	0.53	-	0	0	6	5	0	75	8	4	60
425		0.025	0.015			0.56	0.70	-	0	0	6	5	1	75	8	4	60
426		0.036	0.020			0.72	0.90	-	0	0	7	7	1	70	10	5	55
427		0.047	0.025			0.88	1.10	-	0	0	7	7	3	70	10	5	55
428		0.055	0.025	3.5	53	1.04	1.30	-	6	0	8	7	2	70	10	5	52
429		0.080	0.030	4.5	57	1.12	1.40	-	10	0	9	7	2	65	10	5	52
430	0.5	0.095	0.035	6.0	55	1.28	1.60	-	10	0	10	8	2	65	12	6	52
431	0.75	0.105	0.040	10.5	62	1.41	1.75	-	14	0	12	8	5	65	12	7	60
432	1.0	0.11	0.050	15	60	1.52	1.90	-	16	0	13	9	5	60	12	7	52
433	1.5	0.15	0.065	18	73	1.92	2.40	-	16	0	14	10	5	60	15	8	52
434	2.5	0.18	0.070	28	85	2.24	2.80	-	16	0	15	10	6	60	15	8	52
435	4.0	0.22	0.090	30	85	2.48	3.10	-	16	0	15	10	8	60	15	8	52

14. 铜钨打硬质合金——标准值参数表(仅供参考)

条件号	面积 cm^2	安全间隙 mm	放电间隙 mm	加工速度 mm^3/min	损耗 %	侧面 Ra	底面 Ra	极性	电容	高压管数	管数	脉冲间隙	脉冲宽度	伺服基准	伺服速度	极限值	
																脉冲间隙	伺服基准
461		0.014	0.010			0.32	0.4	-	0	0	2	5	0	70	8	4	68
463		0.016	0.010			0.36	0.45	-	0	0	3	5	0	70	8	4	68
465		0.018	0.010			0.40	0.5	-	0	0	5	5	0	70	8	3	60
466		0.025	0.015			0.56	0.7	-	0	0	6	5	1	65	10	4	60
467		0.047	0.025			0.80	1	-	0	0	7	5	3	65	10	4	60
468		0.055	0.030	3.7	18	1.04	1.3	-	0	0	8	5	2	65	12	4	52
469		0.080	0.035	8.7	19	1.12	1.4	-	0	0	9	5	3	65	12	4	52
470		0.095	0.040	9	19	1.28	1.6	-	6	0	10	5	3	65	15	4	52
472	0.50	0.11	0.045	12.5	19	1.44	1.8	-	10	0	12	7	5	65	15	6	52
473	1	0.15	0.065	21	21	1.92	2.4	-	10	0	13	8	6	60	20	6	52
475	2.5	0.18	0.070	32	21	2.24	2.8	-	14	0	15	8	6	60	20	7	52
476	4	0.22	0.090	39	21	2.56	3.2	-	16	0	15	8	8	60	20	9	52

15. 铜钨打硬质合金——孔(仅供参考)

条件号	直径 mm	安全间隙 mm	放电间隙 mm	加工速度 mm^3/min	损耗 %	侧面 Ra	底面 Ra	极性	电容	高压管数	管数	脉冲间隙	脉冲宽度	伺服基准	伺服速度	极限值	
																脉冲间隙	伺服基准
490	0.5	0.15	0.05	6	85	2.2		-	0	0	14	17	7	55	12	16	54
491	1	0.18	0.07	5	70	2.8		-	0	0	15	19	10	55	12	18	52
492	2	0.17	0.06	3.1	50	2.5		-	0	0	15	12	8	55	15	11	52
493	3	0.17	0.06	2.2	50	2.5		-	0	0	15	9	8	55	15	8	52
495	5	0.17	0.06	2	45	2.5		-	0	0	15	9	8	55	15	8	52

16. 普通石墨打钢——最小损耗参数表

条件号	面积 cm^2	安全间隙 mm	放电间隙 mm	加工速度 mm^3/min	损耗 %	侧面 Ra	底面 Ra	极性	电容	高压管数	管数	脉冲间隙	脉冲宽度	伺服基准	伺服速度	极限值	
																脉冲间隙	伺服基准
260		0.218	0.140	3.80	0.1	3.6	5.0	+	0	0	7	16	15	75	10	6	50
261	1	0.310	0.184	8.10	0.1	4.2	5.1	+	0	0	8	16	16	75	12	6	50
262	2	0.355	0.201	16.20	0.1	5.2	7.2	+	0	0	9	17	17	70	12	8	50
263	3	0.524	0.261	19.70	0.1	8.6	9	+	0	0	10	17	18	70	12	8	55
264	4	0.584	0.283	28.20	0.1	10.2	13.2	+	0	0	11	17	19	70	12	12	53
265	6	0.644	0.364	53.40	0.1	13.5	18.9	+	0	0	12	18	20	65	15	12	50
266	8	0.726	0.364	107.6	0.5	15.4	19.4	+	0	0	13	17	20	65	15	13	45
267	12	0.958	0.402	186.1	0.5	17.8	19.8	+	0	0	14	17	20	65	15	12	42
268	20	0.906	0.458	220.0	0.5	19.2	20.2	+	0	0	15	18	21	60	15	12	46

17. 普通石墨打钢——标准型参数表

条件号	面积 cm^2	安全间隙 mm	放电间隙 mm	加工速度 mm^3/min	损耗 %	侧面 Ra	底面 Ra	极性	电容	高压管数	管数	脉冲间隙	脉冲宽度	伺服基准	伺服速度	极限值	
																脉冲间隙	伺服基准
270		0.169	0.121	3.9	0.5	3.80	4.7	+	0	0	7	14	14	75	10	8	50
271	1	0.232	0.157	9.8	0.5	4.00	5.2	+	0	0	8	14	15	70	12	8	50
272	2	0.277	0.181	19.8	0.5	5.80	7.0	+	0	0	9	15	15	70	12	8	50
273	3	0.446	0.258	20.5	0.5	9.0	10.0	+	0	0	10	16	17	70	12	10	50
274	4	0.549	0.303	38.4	0.5	10.2	12.0	+	0	0	11	16	18	70	12	10	50
275	6	0.656	0.332	64.6	0.5	14.8	17.4	+	0	0	12	17	19	65	15	10	50
276	8	0.725	0.361	106.8	0.7	15.7	18.5	+	0	0	13	16	19	65	15	10	50
277	12	0.85	0.396	150.38	0.8	16.5	19.4	+	0	0	14	16	19	65	15	12	50

18．普通石墨打钢——最大去除率参数表

条件号	面积 cm^2	安全间隙 mm	放电间隙 mm	加工速度 mm^3/min	损耗 %	侧面 Ra	底面 Ra	极性	电容	高压管数	管数	脉冲间隙	脉冲宽度	伺服基准	伺服速度	极限值	
																脉冲间隙	伺服基准
280		0.209	0.123	16.0	10	4.3	5.6	+	0	0	8	14	14	75	10	8	50
281	1	0.261	0.157	16.1	10	4.6	6.0	+	0	0	9	14	15	70	12	8	50
282	2	0.324	0.182	26.0	10	5.2	7.6	+	0	0	10	14	15	70	12	8	55
283	3	0.368	0.202	38.3	8.0	8.9	9.2	+	0	0	11	14	15	70	12	9	55
284	4	0.438	0.237	67.9	5.8	11.5	11.9	+	0	0	12	14	15	65	15	9	48
285	6	0.555	0.284	102.4	4.8	13.5	13.9	+	0	0	13	14	16	65	15	10	50
286	8	0.664	0.324	146	4.2	16.8	17.8	+	0	0	14	14	17	65	15	10	40
287	12	0.756	0.346	211	3.4	18.4	19.2	+	0	0	15	14	17	60	15	11	48

19．细石墨打钢——最小损耗参数表(仅供参考)

条件号	面积 cm^2	安全间隙 mm	放电间隙 mm	加工速度 mm^3/min	损耗 %	侧面 Ra	底面 Ra	极性	电容	高压管数	管数	脉冲间隙	脉冲宽度	伺服基准	伺服速度	极限值	
																脉冲间隙	伺服基准
300		0.010	0.010					+	0	0	2	1	2	88	8	1	88
301		0.015	0.015			0.56	0.7	+	0	0	2	3	4	80	8	3	70
304		0.065	0.05			1.20	1.5	+	0	0	4	7	9	80	8	3	66
306		0.110	0.07			2.40	2.7	+	0	0	6	12	12	80	10	3	58
307		0.16	0.10			2.80	3.6	+	0	0	7	13	12	80	10	3	55
308	1	0.20	0.12	16	0.30	3.36	4.0	+	0	0	8	13	13	80	10	4	55
309	2	0.23	0.17	27	0.20	4.00	5.0	+	0	0	9	13	13	75	12	5	52
310	3	0.30	0.20	58	0.15	4.56	5.7	+	0	0	10	13	14	75	12	5	52
311	4	0.39	0.26	81	0.10	6.24	7.2	+	0	0	11	13	15	75	12	6	52
312	6	0.45	0.28	120	0.11	7.76	9.7	+	0	0	12	13	15	70	15	6	52
313	8	0.60	0.33	180	0.05	8.96	11.2	+	0	0	13	13	16	70	15	7	52
314	12	0.66	0.36	320	0.05	9.60	12.0	+	0	0	14	14	16	70	15	8	52
315	20	0.80	0.40	380	0.05			+	0	0	15	14	17	65	15	10	52

20．细石墨打钢——标准型参数表(仅供参考)

条件号	面积 cm²	安全间隙 mm	放电间隙 mm	加工速度 mm³/min	损耗 %	侧面 Ra	底面 Ra	极性	电容	高压管数	管数	脉冲间隙	脉冲宽度	伺服基准	伺服速度	极限值	
																脉冲间隙	伺服基准
321		0.015	0.015			0.56	0.70	+	0	0	2	3	4	80	8	3	70
322		0.020	0.020			0.80	1.00	+	0	0	3	3	5	80	8	3	70
323		0.025	0.025			1.07	1.34	+	0	0	3	4	6	80	8	3	70
324		0.065	0.050			1.36	1.70	+	0	0	4	7	9	80	8	3	66
325		0.075	0.055			1.76	2.20	+	0	0	5	10	9	80	8	3	64
326		0.10	0.060			2.32	2.90	+	0	0	6	11	10	80	10	3	56
327		0.15	0.090			2.88	3.60	+	0	0	7	11	10	75	10	3	55
328	1	0.19	0.11	18	0.8	3.12	3.90	+	0	0	8	12	12	75	10	4	55
329	2	0.21	0.15	31	0.8	3.76	4.70	+	0	0	9	12	12	75	12	5	52
330	3	0.27	0.18	62	0.5	4.56	5.70	+	0	0	10	12	13	70	12	5	52
331	4	0.34	0.23	90	0.3	5.60	7.00	+	0	0	11	12	14	70	12	6	52
332	6	0.40	0.26	125	0.3	7.60	9.50	+	0	0	12	12	14	70	15	6	52
333	8	0.54	0.30	185	0.2	9.28	11.6	+	0	0	13	12	15	70	15	6	52
334	12	0.60	0.32	320	0.2	10.7	13.	+	0	0	14	12	15	65	15	8	52
335	20	0.75	0.38	380	0.15			+	0	0	15	12	16	65	15	10	52

21．细石墨打钢——最大去除率参数表(仅供参考)

条件号	面积 cm²	安全间隙 mm	放电间隙 mm	加工速度 mm³/min	损耗 %	侧面 Ra	底面 Ra	极性	电容	高压管数	管数	脉冲间隙	脉冲宽度	伺服基准	伺服速度	极限值	
																脉冲间隙	伺服基准
341			0.015			0.56	0.70	+	0	0	2	3	4	80	8	2	70
342			0.020			0.80	1.00	+	0	0	3	3	5	80	8	2	68
343			0.025			0.96	1.2	+	0	0	3	4	6	80	8	2	66
344		0.050	0.030			1.20	1.5	+	0	0	4	6	7	80	8	3	65
345		0.056	0.035			1.44	1.8	+	0	0	5	6	7	80	8	2	64
346		0.085	0.050			1.68	2.1	+	0	0	6	8	8	80	10	2	56
347		0.120	0.060			2.16	2.7	+	0	0	7	8	8	75	10	3	55
348		0.150	0.095	20	6.5	2.88	3.6	+	0	0	8	10	10	75	10	4	53
349	1	0.17	0.13	33	4.0	3.60	4.5	+	0	0	9	10	10	75	12	4	52
350	2	0.21	0.15	66	3.0	4.08	5.1	+	0	0	10	10	11	70	12	5	52
351	3	0.23	0.17	95	3.0	5.28	6.6	+	0	0	11	10	11	70	12	6	52
352	4	0.32	0.21	125	2.5	5.76	7.2	+	0	0	12	10	12	70	15	6	52
353	6	0.42	0.26	185	1.0	6.40	8.0	+	0	0	13	10	13	65	15	7	52
354	8	0.51	0.30	330	0.6	8.40	10.5	+	0	0	14	12	14	65	15	8	52
355	12	0.65	0.35	390	0.5			+	0	0	15	12	15	65	15	10	52

22. 普通石墨打钢——扩展电流最小损耗参数表

条件号	面积 cm^2	安全间隙 mm	放电间隙 mm	加工速度 mm^2/min	损耗 %	侧面 Ra	底面 Ra	极性	电容	高压管数	管数	脉冲间隙	脉冲宽度	伺服基准	伺服速度	极限值	
																脉冲间隙	伺服基准
366	40	1.311	0.790	740	0.05	22.5	26.5	+	0	0	16	14	22	55	15	12	50
367	59	1.478	0.790	900	0.10	27.3	32.1	+	0	0	17	14	22	55	17	12	50
368	73	1.679	0.899	1000	0.10	30.6	36.0	+	0	0	18	15	23	55	17	13	50
369	86	1.999	1.069	1100	0.15	32.5	38.2	+	0	0	19	18	23	55	18	13	50

23. 普通石墨打钢——扩展电流标准值参数表

条件号	面积 cm^2	安全间隙 mm	放电间隙 mm	加工速度 mm^2/min	损耗 %	侧面 Ra	底面 Ra	极性	电容	高压管数	管数	脉冲间隙	脉冲宽度	伺服基准	伺服速度	极限值	
																脉冲间隙	伺服基准
376	40	1.250	0.635	800	0.60	22.3	26.2	+	0	0	16	13	21	55	15	13	50
377	59	1.410	0.759	1200	0.50	23.8	28.0	+	0	0	17	12	20	55	17	11	50
378	73	1.519	0.80	1300	0.90	24.7	29.1	+	0	0	18	13	20	55	17	11	50
379	86	1.600	0.851	1400	0.70	26.0	30.6	+	0	0	19	15	20	55	17	11	50
380	103	1.839	0.93	2000	0.45	28.2	33.2	+	0	0	20	16	24	55	20	11	50

24. 普通石墨打钢——扩展电流最大去除率参数表

条件号	面积 cm^2	安全间隙 mm	放电间隙 mm	加工速度 mm^2/min	损耗 %	侧面 Ra	底面 Ra	极性	电容	高压管数	管数	脉冲间隙	脉冲宽度	伺服基准	伺服速度	极限值	
																脉冲间隙	伺服基准
386	20	1.100	0.551	960	3.70	15.8	18.6	+	0	0	16	12	18	55	15	10	50
387	40	1.171	0.630	1300	3.40	19.5	22.9	+	0	0	17	12	18	55	17	10	50
388	59	1.341	0.721	1400	2.80	24.0	28.2	+	0	0	18	12	19	55	19	11	50
389	73	1.491	0.800	1500	2.40	27.6	32.5	+	0	0	19	14	19	55	19	11	50
390	86	1.740	0.991	2100	0.60	28.5	33.5	+	0	0	20	16	23	55	20	14	50

机床提示信息、出现的原因及采取的措施列表如下：

信息号	信　息	原　因	措　施
E001	接触感知	电极和工件接触	1. 按住 键后,把电极向相反方向移动离开工件。 2. 检查电极线联接是否正确。 3. 检测 BSE-12 板上连接器 J3(ST, FS-)的电压,电压值大约为 24V(详见维修图第 16，18 页)。 4. 更换 BSE-12 板。
E002	到极限	运动过程中触及限位开关	1. 将工作台从限位开关移开。 2. 检查限位开关。 3. 检查 STB-B04 板。 4. 检查 DBE-B01 板。
E003	和电源同步失败	运动过程中在一定时间内未收到脉冲电源计算机传来的同步信号	1. 重插 CNC 计算机板，脉冲电源计算机板和 SDC-30 板。 2. 更换脉冲电源计算机板。 3. 更换 SDC-30 板。
E004	操作错误	主计算机收到错误命令	检查 CNC 计算机板
E005	轴向选择错误	运动轴不是允许的轴	1. 检查系统配置。 2. 检查 NC 程序。
E006	浮子开关未闭合	液面太低或液面传感器出故障	1. 打开工作液泵。 2. 检查浮子开关。 3. 检查STB-B04板。 4. 检查 DBE-B01 板。
E007	油温太高	工作液的温度高于 55°C	1. 加工时检查油温，如果油温超过 55°C，请联接一个冷却器。 2. 检查温度开关。 3. 检查 STB-B04 板。 4. 检查 DBE-B01 板。
E008	键被按下	程序运行中遥控盒上的 键被按下	按 键清除信息后重新执行程序
E009	回退太长	加工中电极和工件短路,电极向相反方向回退一定距离后,短路仍然不能解除	1. 清除电极和工件上的积炭。 2. 减小自由平动的半经。 3. 检查工作液是否干净。 4. 在诊断页，设100V POS开或关，同时观察电压表，电压应为100V，请频繁做此测试以检查接触器是否接触不良。 1. 更换 BSE-12 板。

信息号	信　息	原　因	措　施
E010	AJC 故障	在抬刀过程中出现错误	1. 检查 NC 码 2. 检查定时抬刀参数
E011	缓冲区无更多的零件程序	NC 码中无 M02	检查 NC 程序
E012	错误的 NC 代码	数控程序中发现错误	检查 NC 程序
E013	找不到子程序	调用的子程序未被定义	检查 NC 程序
E014	M99 不匹配	子程序的结尾无子程序的结束代码 M99	检查 NC 程序
E015	嵌套层数太多	子程序嵌套不大于 9 层	检查 NC 程序
E016	未取消补偿	数控程序错误	检查 NC 程序
E017	无运动指令的连续段太多	数控程序中空段太多	检查 NC 程序
E018	执行 G80/G81/G82 时应先取消补偿	数控程序错误	检查 NC 程序
E019	刀具半径不能是负值	刀具补偿量为负值	检查 NC 程序
E020	过切或圆弧半径太大	电极加工路径上出现过切	检查 NC 程序
E021	两曲线无交点	数控程序错误	检查 NC 程序
E022	两曲线接头错误	数控程序错误	检查 NC 程序
E023	两方程无解	数控程序错误	检查 NC 程序
E024	圆弧处理错误	数控程序错误	检查 NC 程序
E025	一点不能定义一条直线	数控程序错误,直线的起点和终点为同一点	检查 NC 程序
E026	在一个曲线中不能有转角	数控程序错误,使用转角代码时至少要有两段曲线	检查 NC 程序
E027	转角半径不能小于偏移量值	数控程序错误,转角半径必须大于半径补偿量	检查 NC 程序
E028	进入或退出补偿状态的运动段必须是直线	刀具补偿的建立和撤消必须在直线段上	检查 NC 程序
E029	镜像未取消	在使用 G92 代码时镜像指令未取消	检查 NC 程序,在使用 G92 代码前使用 G09 指令取消镜像

信息号	信　　息	原　　因	措　　施
E030	快速移动时不能有补偿	在使用 G00 代码时刀具的半径补偿必须取消	检查 NC 程序
E031	平面选择错误	执行圆弧插补时平面选择不正确	检查 NC 程序
E032	太小的圆弧半径	圆弧半径小于 0.001mm	检查 NC 程序
E033	键被按下	在执行过程中遥控合上的 键被按下	按 键重新启动或按 键结束程序的执行
E034	M00 暂停	在执行过程中数控程序的过程中遇到了 M00 代码	按 键重新起动或按 键结束程序的执行
E035	液面太低,请上油	加工时液面未到达设定的位置	1. 打开工作液泵。 2. 检查浮子开关。 3. 检查 STB-B04 板。 4. 检查 DBE-B01 板。
E036	平动参数错误	自由平动数据设置不正确	重新设置自由平动的参数
E037	单段暂停	程序的执行处于单段执行模式时,一段程序执行完毕	按 键重新起动或按 键结束程序的执行
E040	没有恢复上次的断点	在执行“设置”或开始执行程序前未执行“回零”	先执行“回零”后再执行相应操作或按 键忽略报警
E051	Z 轴错误,请检查后重新上电	Z 轴马达驱动器出现故障	更换 Z 轴驱动板。
E055	Z 轴回原点失败	Z 轴在回原点时在规定的范围内未找到零点信号	1. 在系统配置页，检查“Z 轴原点限定”设置，对于 SP1 机床，该值为 4000，对于 SP3 机床，该值为 1000。 2. 交换两块 STB-05A-B01 板以判断是否该板损坏。 3. 检查编码器到 Z 轴驱动板之间的联线。 4. 检查 Z 轴驱动板。 5. 更换编码器。
E059	请把 Z 轴正限位向外移 500μm	原点必须距限位开关 500μm 以外	轻调 Z 轴限位开关，然后执行回原点操作，观察辅助诊断页的 ZZR_LEN 值，对于 SP1 机床，该值应在 1.5mm 至 2.5mm 之间，对于 SP3 机床，该值应在 0.4mm 至 0.6mm 之间。
E061	未执行回原点动作	在执行其它操作前未执行“回原点”动作	先执行“回原点”后再执行相应操作或按 键忽略报警
E062	程序太长	NC 程序超出了程序缓冲区的范围	把 NC 程序限制在 25KB 内

信息号	信　　息	原　　因	措　　施
E067	限时加工时间到，请和销售商联系	机床工作在限时加工模式且限时加工时间已到	请和销售商联系
E069	电阻箱风扇故障	风扇或传染器有故障	1. 检查电阻箱风扇。 2. 检查温度开关。
E070	BMP-50 上 MOS-FET 短路	高频时假故障或 BMP-50 上晶体管出现故障	检测功率管
E071	电阻箱风扇故障	风扇或传感器有故障	1. 检查电阻箱风扇。 2. 检查温度开关。
E078	电柜内温度过高	电柜内温度超过 42^0C	1. 检查电柜内风扇 2. 更换进出风口的过滤网 3. 如果电柜内温度未超过 46℃，请更换 PSD-B04 板。如果柜内温度超过 50℃，电柜将自动关机。如果在加工中频繁关机，请检查该板。
E079	液槽门未关闭		1. 关闭液槽门。 2. 检查液槽门开关。 3. 检查 WID-23 板。 4. 检查 STB-B04 板。
E080	吸烟装置未工作		1. 检查吸烟装置。 2. 检查 STB-B04 板。
	磁盘未准备好	读写磁盘时驱动器中无软盘	插入软盘
	磁盘中无 NC 文件	装入 NC 程序时磁盘中无 NC 程序文件	插入有 NC 文件的磁盘
	磁盘写保护	写磁盘时软盘处于写保护状态	打开写保护
	不能打开文件	读磁盘时不能打开文件	1. 更换磁盘 2. 更换磁盘驱动器